تدريس مبادئ العلوم

مرجع للمدرس في موضوعات العلوم وكيفية تدريسها

تأليف

جلين ا. بلاو جوليوس شوارتز البرت ج. هيوجبت

ترجمة

الدكتور الدمرداش عبد المجيد سرحان الدكتور محمد صابر سليم

مراجعة وتقديم

الدكتور يوسف صلاح الدين قطب

دار نهضة مصر للطبع والنشر

الفجالة – القاهرة

مجموعة الكتب الدراسية والمراجع الأمريكية المترجمة

تدريس مبادئ العلوم

مرجع للمدرس في موضوعات العلوم
وكيفية تدريسها

نشر هذا الكتاب بالاشتراك
مع
الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية
القاهرة
الطبعة الأولى ديسمبر ١٩٦٦
الطبعة الثانية ديسمبر ١٩٨٠

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلفون : جلين ا. بلاو :

أستاذ التربية العلمية بجامعة ماريلاند ورئيس الجمعية الأهلية لمعلمي العلوم (١٩٥٧ ـ ١٩٥٨) كان عضوا فى مكتب الولايات المتحدة للتربية . قام بالتدريس في المدارس الابتدائية لسنوات عدة.

جوليوس شوارتز :

المستشار العلمي لمكتب البحوث المنهجية التابع لمجلس مدينة نيويورك للتربية . قام بتجربة كثير من المادة العلمية التى يحويها هذا الكتاب في فصول تدريب المعلمين وفى كلية بانك ستريت للتربية.

البرت ج. هيوجت :

أستاذ التربية العلمية السابق بكلية ولاية ميتشجان .

المترجمان : الدكتور الدمرداش عبد المجيد سرحان :

أستاذ بكلية التربية بجامعة عين شمس . حصل على بكالوريوس العلوم مع مرتبة الشرف من جامعة القاهرة سنة ١٩٣٦ ، وعلى دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين سنة ١٩٣٨ ، وعلى درجة دكتوراه الفلسفة فى التربية من جامعة كولومبيا سنة ١٩٤٩ ، له مؤلفات كثيرة فى التربية والعلوم . ترجم كتاب « الله يتجلى فى عصر العلم » و « حياة النبات » و « كل شيء عن البراكين والزلازل » ، وهى كتب نشرتها هذه المؤسسة .

الدكتور محمد صابر سليم :

أستاذ بكلية التربية جامعة عين شمس ، تخرج فى كلية العلوم جامعة القاهرة (قسم العلوم البيولوجية) سنة ١٩٤٢ ، حصل على دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين سنة ١٩٤٤ ، وعلى درجة الماجستير من جامعة ستانفورد بكاليفورنيا سنة ١٩٤٩ ، وعلى الدكتوراه فى التربية وتدريس العلوم من الجامعة نفسها سنة ١٩٥١ . قام بترجمة عدة كتب ، منها « كل شيء عن الراديو والتليفزيون » ، و « الذرة فى خدمة السلام » ، و « تجارب علمية » ، و « السفر الى الفضاء » ، و « الشمس والآلة » ، و « كيف تدور عجله الحياة » ، و « ماذا بداخل المحركات » ، و « تكوين مدركات الأطفال العلمية » وهى جميعا من الكتب التى نشرتها هذه المؤسسة .

المراجع وصاحب التقديم : الدكتور يوسف صلاح الدين قطب :

وكيل جامعة عين شمس .

محتويات الكتاب

صفحة

صفحة

لماذا هذا الكتاب

اتجهت الدولة الى تعريب الدراسة فى الكليات غير النظرية التى درجت على تدريس مقرراتها واستخدام المراجع اللازمة لهذه الدراسة باللغة الأجنبية ، كما اتجهت الى الافادة الى أقصى حد من الامكانيات المتاحة لنقل خير المراجع الأجنبية الى اللغة العربية بوساطة الكفايات العربية المتخصصة فى الترجمة والمراجعة .

ولقد اختارت الجهات العلمية والتعليمية والثقافية الكثير من الكتب لترجمتها فى مختلف فروع العلوم كالكيمياء ، والفيزيقا ، والجيولوجيا ، والرياضيات ، والنبات ، والزراعة ، والأحياء ، والحشرات ، والاجتماع ، والتاريخ ، والتربية ، والآلات ، والكهرباء ، والتوجيه المهنى ، والفنون ، والمسرحيات ، والمعادن ، والمحركات ، والاقتصاد المنزلى ، والطب ، والتصوير .. الخ .

واختيار الكتاب الذى بين أيدينا « تدريس مبادىء العلوم » جاء وليد دراسات متصلة بين الهيئات العلمية فى الجمهورية العربية المتحدة والهيئات العلمية التى نبت بينها الكتاب . وقد اختارته للترجمة وزارة التربية والتعليم باعتباره مرجعا هاما يفيد المعلمين فى مجال تدريس العلوم فى المدارس الابتدائية والاعدادية والثانوية .

وليس أدل على مدى أهمية الكتاب مما جاء فى تقديم الدكتور يوسف صلاح الدين قطب وكيل جامعة عين شمس حين طلب اليه ابداء رأيه فى مدى صلاحية الكتاب للترجمة ، اذ جاء فى تقريره أن ترجمة هذا الكتاب ستكون اضافة قيمة للمكتبة العربية ، اذ يمكن أن يستفيد من قراءة هذا الكتاب عدد كبير من المعلمين عامة كما يمكن أن يستخدمه طلاب معاهد اعداد المعلمين والطلبة فى كلية المعلمين وكلية التربية .

ولكى يخرج الكتاب فى صورته العربية على أكمل وجه فقد اختير لترجمته أساتذة متخصصون فى مادته خبروا هذا الميدان ، وهم الدكتور الدمرداش عبد المجيد سرحان الأستاذ بكلية التربية بجامعة عين شمس والدكتور محمد صابر سليم الأستاذ بكلية التربية بجامعة عين شمس وقد قام الدكتور يوسف صلاح الدين قطب بالمراجعة والتقديم للكتاب .

وليس ثمة جدال فى أن أبناءنا الطلاب سوف يفيدون من هذا المرجع الوافي بعد أن تم نقله الى العربية خدمة للدارسين بوجه عام .

تقـــديم

بقـــلم

الدكتور يوسف صـلاح الدين قطب

قبل أن نقدم هـــذا الكتاب الى القارىء العربى والى المهتمين بتدريس العـلوم سنحاول أولا أن نستوضح الأسس والاتجاهات العريضة التى يقوم عليها تدريس العـــلوم فى الوطن العربى حتى يهتدى بها من يستخدمون هـذا الكتـاب ٠

ان التقدم العلمى الذى أحرزه الانسان ، فى العصر الحديث ، فى ميدان العلوم الطبيعية ، يعد تقدما منقطع النظير ؛ فهو أعظم تقدم أحرزه الانسان فى حياته منذ القدم ٠ وقد أصبح العصر الذى نعيش فيه متميزا بآثار هـــذا التقدم الواضح مما يدعونا الى أن نطلق عليه اسم « عصر العلوم » ٠

ولقد كان من مقتضيات هـذا العصر أن تغيرت نظرتنا الى الحيـــاة والى تربية الأجيال الصاعدة لمواجهة حاجات هذه الحياة بالأسلوب الذى يتلاءم مع عصر العلوم ، خاصـة بعد أن بدأ مجتمعنا فى الاعتماد على العـلوم الحديثة والتوسع فى استخدام تطبيقاتها بصورة لم يسبق لها مثيل من قبل ٠

ولقد برزت فى السنوات الأخـيرة حاجتنا بصـفة خاصة الى نوع من التربية العلمية الذى يساعد أبناء الأمة العربية الناهضة على حسن تفهم هذه القوة العلمية الهائلة التى يستخدمها الانســـان فى حيـاته حتى يستطيع توجيهها لصالحه وسعادته ٠ ولـكى نكون مفهوما واضحا عن نوع التربيـــة العلمية التى نحتاج اليها فى عهدنا الجديد وفى ضوء الظروف الاجتماعية التى نجتازها فى الوقت الحاضر ، يجب أن يدرك المربون والعلميون طبيعة العلوم الحديثة ، وكيف أصبحت عاملا فعالا فى حياة الانسان والآثار البعيدة المدى التى نتجت من استخدامها فى شئون حياته ٠

ولعله من العسير أن نحصى نواحى حياتنا التى تأثرت بالعلوم الحديثة وتقدمها السريع . ومع ذلك يمكننا أن نجمل هذه الآثار فى ناحيتين أساسيتين:

فهناك الآثار التى حدثت ومازالت تحدث فى حياتنا المادية ، ومايحدثه ذلك من تغيير واضح فى حياتنا الاجتماعية ٠

ثم هناك الآثار الواضحة فى تفكير الانسان ومعتقداته ونظرته الى الحياة ومايصاحب ذلك من اتجاهات عقلية تؤثر فى سلوكه وعلاقاته بغيره ٠

ومما لا شك فيـــه أن التربيـــة العلمية التى نريد تحـديد معالمها واتجاهاتها يجب أن تستـند الى ادراك واع وتفهم حقيقى للعـلوم الحديثة وطبيعة التفاعل الذى يحدث بينها وبين المجتمع ·

اثر التقدم العلمى فى طريقة حياتنا

ويكفى لتوضيح الآثار المادية والاجتماعية للتقدم العلمى فى حياتنا أن نلقى نظرة سريعة على حياتنا اليومية الآن ، وأن نقارنها بما كانت عليه منـذ قرن أو قرنين من الزمان لكى نجد الفارق الشاسع فى أسلوب الحياة سواء من حيث المسكن أو الملبس أو المآكل ، أو من حيث طرق المواصلات والاتصالات السلكية واللاسلكية أو من حيث طرق العلاج والوقاية من الأوبئة والأمراض ، أو من حيث الانتـاج ووسائله ونوعه وكمه ، أو من حيث وسـائل التسلية وقضاء أوقات الفراغ أو من حيث وسائل الحرب والقتل والتدمير بالجملة ·

لقد بدأ التقدم العلمى الحديث يؤثر فى اقتصـاديات الأمم وصناعاتها منذ فترة لا تزيد على قرنين من الزمان ، وهى فترة ضئيلة جدا اذا قورنت بالمدة التى عاشها الانسان على الأرض ، والتى تقدر بأكثر من مليون سنة ··· فقد تمكن الانسان فى خلال هـــذه الفترة الوجيزة من زيادة سيطرته على بيئته فاستخرج مافى باطن الأرض من ثروات ، واستغل ماعليها من مصادر الطاقة ، وزاد من انتاجه الزراعى والصناعى ، وسيطر على المجاعات والأوبئة ، وأطال متوسط الأعمار ، وأطلق الطاقة النووية الجبارة من عقالها ، وغاص فى قاع البحر والمحيطات ، وحلق فى الفضاء وغزا الكواكب · وانه ليصعب على أخصب الناس خيالا أن يتنبأ بما يمـكن أن يصل اليـه الانسان عن طريق البحث العلمى فى مدى مائة عام أخرى مثلا اذا استمر التقدم بهذه الصـورة المتزايدة · فنحن مازلنا نحبو على شاطىء بحر واســـع من الحقائق مازال مجهولا ولا نعرف من هذه الحقائق سوى حفنة بسيطة من هذا البحر ·

ولقد انعكس هذا التقدم العلمى على حياة الانسان الاجتماعية وعلاقات الأفراد والشعوب بعضهم ببعض · فقد أدى تطور الانتاج والمواصلات وزيادة عدد السـكان الى تغيير الكثـير من نظمنا الاجتماعية وأساليبنا السـياسية والاقتصادية والحربية · وتغيرت مدركاتنا السابقة عن معنى كل من الزمن والمسافة · فأصبحت الشعوب أقرب الى بعضها مما كان يظن · فما يحدث فى فيتنام يؤثر فى الحال فى أسـواق الأوراق الماليـــة فى لندن مثلا ، كما أصبحت بغداد أو الرباط أقرب الى القاهرة الآن من الاسكندرية منذ مائة عام·

واذا كان هذا التقدم العلمى قد ساعد على زيادة سيطرة الانسان على بيئته وحل الكثير من مشكلاته ، فانه قد فرض ومازال يفرض الكثير من المشكلات الاجتماعية التى تتطلب الحل والتى نلتمس الحلول الحاسمة لها عن طريق العلوم أيضا · فقد أدى استخدام الآلة فى بعض المجتمعات الى تعطيل الكثير من الأيدى العاملة والى انتشار البؤس بين الكثير من الأهالى فى هذه المجتمعات.

كما أدى التطور الصناعي في بعض البلدان الى نشاط حركة الاستعمار واستغلال الشعوب وما صاحب ذلك من مآسى في حياة بعض الأمم · ومازال التقدم العلمي في انتاج القنابل النووية وغيرها من أدوات الحرب والدمار الشامل يعد أكبر عامل من عوامل التوتر النفسي والقلق والخوف بين الشعوب في جميع أرجاء العالم · كما كان من نتيجة نقص الوفيات بين الأطفال وزيادة متوسط الأعمار أن تزايد السكان في بعض البلدان بصورة تهدد بعجز مواردها الطبيعية عن سد حاجاتهم الغذائية وتوفير المستوى اللائق من المعيشة لهم ·

هذه أمثلة قليلة تبين كيف تأثرت كل ناحية من نواحي حياتنا المادية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية بالعلوم · فقد أصبحت العلوم الحديثة ، ونحن مازلنا في بداية عصر العلوم ، قوة هائلة في يد الانسان ، وأثبتت أنها قادرة على احداث تغيير شامل في حياته · بل يمكن القول انها أصبحت أهم عامل من عوامل التغير في ثقافة المجتمع وأساليب الحياة فيه ، سواء أكان ذلك في النواحي المادية أم الروحية أم الفكرية أم الاجتماعية ·

واذا كانت العلوم الحديثة قد أحدثت كل هذا الأثر ونحن مازلنا في بداية عصر العلوم فما هي احتمالات المستقبل ؟ هل سيؤدى استمرار تقدم العلوم الى زيادة رفاهية الانسان وسيطرته على العالم المادى ؟ أم أن ذلك قد يؤدى الى القضاء عليه وتدمير المدنية التى أقامتها العلوم ، بسبب حمق الانسان وسوء تقديره وسوء تربية الأجيال الناشئة ؟

لا شك أننا لا نستطيع التغافل عن هذا التساؤل الا اذا جازفنا بترك العلوم ـ هذه القوة الاجتماعية الهائلة ، تسير وهى عمياء لتلقى بالانسانية الى مصيرها بغير وعى · فلكى يمكن أن تستغل هذه القوة ، وأن توجه الى مايعود على المجتمع بالنفع ، والتقدم ، يجب على جميع أفراد المجتمع أن يتفهموا امكانيات العلوم ووظيفتها الاجتماعية وطريقتها في البحث وكشف الحقائق ، والاتجاهات العقلية المصاحبة للنشاط العلمي ·

ان ادراك المربين والعلميين ورجال السياسة والاقتصاد وغيرهم من الأفراد لأهمية الاعتماد على العلوم لتطوير حياتنا وللآثار التى تترتب على تقدم العلوم واستخدامها في مجتمعنا والامكانيات الهائلة التى يمكن الاستفادة بها من نتائج البحوث العلمية لسد الكثير من حاجاتنا وحل الكثير من مشكلاتنا الاجتماعية والاقتصادية ، سوف يؤدى الى زيادة الوعى بالاتجاه الذى يجب أن تسير العلوم فيه في مجتمعنا · فيطالب الشعب وممثلوه وساسته بضرورة توفير مايلزم لاستخدام العلوم في حياتنا استخداما يضمن توفير الرفاهية ورفع مستوى الحياة للجميع ·

ومعنى ذلك أننا نحتاج الى نوع من التربية العلمية يزداد الاهتمام فيها بتوضيح المركز البارز الذى تحتله العلوم فى المدنيــة الحديثة والذى يجعلها أهم دعائم هذه المدنية • وكذلك تفهم أهمية الدور الذى يمـكن أن تقوم به العلوم لسد حاجات المجتمع ، وامكانياتها فى استثمار مواردنا وحل مشكلاتنا ورفع مســتوى المعيشة وتحسين الصــحة لمجتمعنا • فالطالب الذى يدرس التيار الكهربى ، أو عناصر الغذاء الرئيســية ، أو غــير ذلك من الموضوعات العلمية ، مالم يربط بين الحقائق العلمية التى يتعلمها وبين ماأدت اليه هــذه المكتشفات وما يمكن أن تؤدى اليه من آثار بعيدة المدى فى حيــاته وحيــاة المجتمع ، نقول مالم يدرك الطالب مثل هذه العلاقات فانه لن يكون قوة فعالة فى مستقبل حياته فى توجيه العلوم فى مجتمعه توجيها واعيا • فالأمة العربية فى هذه المرحلة لا تنقصها المعلومات لرفع مستوى المعيشة ورفاهية السكان بقدر ماتنقصها الاتجاهات العــامة والدوافع التى تجعل الشعب يقبل على الاستفادة من العلوم الى أقصى حد ممكن •

ان هذه التربية العلمية يجب أن توضح للأجيال الناشئة أهمية تشجيع البحث العلمى وتوجيهه لحل مشكلاتنا وأن تبين لهم أن ذلك مسئولية اجتماعية كما يجب أن تتناول هذه التربية طرق هذا التشجيع والوسائل التى نضمن بها استخدام نتائج البحوث لرفاهية الأفراد •

كما أننا نحتاج الى تربية علمية تساعد أفراد الأمة على ادراك أن العبء فى استخدام العلوم لحل مشكلاتنا يجب ألا يلقى كله على العلميين وحدهم ، سواء منهم المشتغلون بالبحوث النظرية أو القائمون بتطبيقاتها فى المجتمع • ذلك لأن العلميين لن يتمكنوا من تنفيــذ خططهم الاصــــلاحية مالم يجــدوا التشجيع والتوجيه المستنير من مجموع الأمة التى تقدر الدور الذى يمـكن أن تقوم به العلوم الحديثة فى القضاء على الأمراض واستثمار موارد البـــلاد وزيادة الانتاج •

اننا نحتاج أيضــا الى نوع من التربية العلمية يســـاعد على اجتذاب الموهوبين لتكوين طائفة ممتازة من العلميين الذين يدركون العلاقة بين نشاطهم العلمى وبين مشـــكلات مجتمعهم فيوجهون جهودهم الى مايعود على المجتمع بالنفع • فنحن فى العالم العربى مازالت أمامنا جهود جبارة لاستجلاء غوامض الكثــير من خصــائص بيئتنا وثروتنا الطبيعية والبيولوجيــة والكشف عن مكنوناتها فى الأرض والبحر والجــو ، ومازالت هــــذه الثــروة تنتظر أيدى الاخصائيين والعلميين لاستغلالها بصورة مجدية تعود على جميع الأفراد بأقصى فائدة ممكنة •

هذه هى بعض معالم التربية العلمية واتجاهاتها التى يحتـــاج اليها مجتمعنا فى هذه المرحلة • وقد استقينا هذه الاتجاهات من احدى خصائص

العلوم الحديثة ، وهى الآثار التى تحدثها فى حياتنا والتفاعل المستمر المتبادل بينها وبين المجتمع ٠

ولننتقل الآن الى بيان الخاصية الثانية للعلوم ، وهى الآثار التى أحدثتها فى تفكير الانسان ونظرته الى الحياة كى نشتق منها بعض الاتجاهات للتربية العلمية التى نحتاج اليها فى عهدنا الجديد ٠

أثر العلوم الحديثة فى تفكير الانسان

كان من أهم ماصاحب العلوم الحديثة أمران :

١ ــ التمسك بأن يكون أساس الحقيقة العلمية هو الملاحظة ٠

٢ ــ تغير نظرة الانسان الى الكون والى مركزه فى هذا الكون ٠

أما عن الملاحظة فيندر أن نجد شخصا مثقفا فى العصر الحاضر لا يقر أهمية التثبت من الحقائق عن طريق الملاحظة ٠ واذا كان ذلك يبدو بديهيا لنا الآن الا أن الأمر لم يكن كذلك منذ ثلاثة قرون مثلا ٠ فقد كانت الكثير من الحقائق تستقى من كتابات الأقدمين من الفلاسفة أو العلماء دون محاولة جدية للتأكد بالملاحظة من صحة هذه الحقائق ٠ فمن الغريب مثلا أن نجد أن آراء أرسطو كانت تقبل دون محاولة التحقق من صحتها لفترة تزيد على ألفى سنة. فحتى القرن السادس عشر كانت الجامعات فى أوروبا تدرس ماسبق أن ذكره أرسطو فى القرن الرابع قبل الميلاد من أن سرعة سقوط الأجسام من ارتفاع معين تتناسب مع أوزانها ٠ فالجسم الثقيل يصل الى الأرض أسرع مما يصل اليها الجسم الخفيف ٠ ولم يحاول الفلاسفة التأكد من صحة هذه الحقيقة طوال هذه المدة الى أن قام العالم الايطالى جاليليو فى القرن السابع عشر باثبات عدم صحتها بالتجربة والملاحظة ٠ ومن الطريف أيضا مايقال من أن الكثير من العلماء المعاصرين للعالم جاليليو رفضوا أن ينظروا خلال تلسكوبه لمشاهدة أقمار كوكب المشترى ٠ فمادام ذكر هذه الأقمار لم يرد فى كتابات الفلاسفة ، وماداموا لم يسمعوا بها من قبل ٠ فلابد أن يكون تلسكوب جاليليو خداعا ٠٠!

ولا ينفى هذا بطبيعة الحال أن بعض الفلاسفة القدماء كانوا يعتمدون على الملاحظة والتجربة الا أن الاصرار عليها للوصول الى الحقائق يعد أمرا حديثا نسبيا ٠ فالاصرار على الملاحظة العلمية والتجريب ورفض ماعدا ذلك من آراء غير مدعمة مهما كان مركز قائلها أو سمعته ليس أمرا طبيعيا أو بديهيا ولكنه كان ثمرة من ثمار عصر العلوم وأثرا من آثار انتشار النظرة العلمية ٠ فالعلوم لم تصل الى ماوصلت اليه الا باعتمادها على الحقائق التى اختبرت صحتها ٠ ومثل هذه الحقائق يجب أن تكون الوحدات التى نبنى عليها تفكيرنا فى أى موقف من مواقف حياتنا ٠ واذا كان هذا الاتجاه العقلى

فى التفكير هو سمة العصر الذى نعيش فيه فإنه لم يعد هناك مايبرر بقاء الخرافات المختلفة أو التمسك بالمعتقدات البائدة والتقاليد البالية التى يثبت عدم صلاحيتها • ولا شك أن الفرد الذى لا يلتزم هذا الاتجاه فى تفكيره لن يلبث أن يجد نفسه غريبا فى مجتمعه ذلك لأنه يعيش فى عصر العلوم ، عصر الاعتماد على الحقائق المحصة فى الوقت الذى يفكر فيه بعقلية القرون الوسطى أو القرون القديمة • فبالاضافة الى أن مثل هذا الفرد يكون عاملا من عوامل التأخر فى مجتمعه فانه أيضا سوف يجد صعوبة فى التكيف والتلاؤم مع البيئة العلمية التى تحيط به من كل جانب فى هذا العصر •

وهنا يتضح لنا حاجتنا الى نوع من التربية العلمية التى تكون لدى أفراد المجتمع العقلية المتفتحة القابلة لمناقشة كل مايثبت صحته ، والعقلية الفاحصة التى تفحص الأدلة التى تبنى عليها أحكامها والتى لا تقبل أى رأى مهما يكن مصدره الا بعد الاطمئنان الى أنه قد بنى على الحقائق الصحيحة • ان طريقة العلوم الحديثة فى البحث عن الحقيقة واصرارها على الوصول اليها عن طريق الكشف التجريبى يمكن تطبيقها أيضا بنفس الروح لتكوين رأى مشترك عن القيم الخلقية والسلوك الاجتماعى بحيث يصل الفرد الى هذا الرأى أو ذاك عن طريق خبرته وخبرة المجتمع بدلا من تلقينه له بطريقة الوعظ والارشاد •

فالتربية العلمية التى توضح طريقة العلوم فى البحث والروح التى تسددها للوصول الى الحقيقة كفيلة بأن تعود الأفراد على طريقة معالجة المشكلات الخاصة وتكوين رأى فى المشكلات الاجتماعية العامة بنفس الروح العلمية ، كما أنها تساعد على تفنيد كثير من الخرافات والآراء غير الممحصة واعادة النظر فى بعض التقاليد السائدة التى أصبحت لا تساير التغيير الحادث فى المجتمع فتعرقل تقدمه ونهوضه •

أما عن الأثر الثانى الذى صاحب تقدم العلوم الحديثة ؛ وهو تغير نظرة الانسان الى الكون ، فلقد كان لتقدم العلوم فى هذه الناحية نتيجتان متعارضتان • فبينما أدى التقدم فى المكتشفات الفلكية الى اشعار الانسان بضآلة شأنه فى هذا الكون أمام عظمة الخالق فان التقدم العلمى أدى فى نفس الوقت الى زيادة سيطرته على بيئته وتضاعف قدرته وتعظيم شأنه •

فاذا قارنا الصورة القديمة عن هذا الكون التى كانت قائمة قبل ارتقاء العلوم الحديثة حيث الأرض هى مركز الكون وانها أهم وأضخم مكوناته ، اذا قارنا هذه الصورة بما أثبتته المكتشفات الحديثة من الاتساع اللانهائى لهذا الكون ، وأن الشمس وما يدور فى فلكها ليست الا نجما واحدا فى مجموعة تعد بمئات الملايين من النجوم ، وأن هذه المجموعة ليست بدورها الا واحدة من عشرات الملايين من مجموعات أخرى معروفة حتى الآن ، ثم اذا تذكرنا ماكشفته العلوم من الأبعاد الشاسعة التى بين الأجرام السماوية ومن

كتلها وأحجامها ، لتبين لنا كيف أن نظرتنا الى مركز الانسان فى هذا الكون قد تغيرت عما كانت عليه فى القرون الوسطى ٠

على أن التقدم العلمى قد أشعر الانسان بقدرته على السيطرة على كثير من الظواهر الطبيعية التى تحدث فى بيئته وتسخيرها لأغراضه ٠ فبعد أن كان الانسان يحس بضعفه أمام الأحداث الطبيعية كالزلازل والمجاعات والأوبئة وغير ذلك مما لم يكن يملك حياله الا الاستسلام ، فاننا نجده فى عصر العلوم وقد اكتسب قوة هائلة جعلته يكشف الكثير عن أسرار الكون ويسيطر على كثير من هذه الأحداث ٠

والمغزى الذى يجب أن يخرج به الانسان من دراسته للعلوم هـو أن يكون عمليا فى مواقفه تجاه مشكلات حياته وبيئته أكثر مما كان عليه قبل ذلك ٠

فيجب ألا يقف عند حد الخيال أو التأمل والتمنى ، وانما يلزم أن يعمل جاهدا على استخراج مافى باطن الأرض من ثروات وأن يزرع الصحراء وينقب فى قاع البحار ويغزو الفضاء ، ويعمل على اطالة متوسط الأعمار وغير ذلك من الأمور التى كانت تعد فى وقت ماقبل العلوم الحديثة ضربا من الخيال أو من قبيل المعجزات ٠

ونحن فى العالم العربى فى حاجة الى جيل واع يؤمن بنفسه وبقدرته على التغلب على جميع العقبات عن طريق بذل الجهد المتواصل ، فلا سبيل لليأس والتواكل وترك الأمور للمصادفات والارتجال ٠

فنحن فى حاجة الى تربية علمية تساعد على تكوين العقلية العلمية المنظمة التى تعمل وهى مؤمنة بقدرتها على الوصول الى تحقيق أهدافها وتخطط وتنفذ بنفس مطمئنة واثقة غير متخاذلة أو واجفة ٠

ولا شك أن مثل هذا الاتجاه فى اعداد الجيل الناشىء يعد من أهم القيم التربوية التى يمكن أن نستخلصها من الخصائص التى يتصف بها عصر العلوم الذى نعيش فيه ٠

يتضح لنا من هذا العرض السريع للقيم التربوية التى يمكن أن نشتقها من طبيعة عصر العلوم ، الذى نعيش فيه ، أنه لا يمكننا أن نغفل أهمية التربية العلمية الموجهة الى تحقيق هذه القيم أو نهمل العناية بتحسينها ونشرها بين أفراد الشعب دون أن نخاطر بمستقبل مجتمعنا وحضارتنا فى عصر يتأثر كل مافيه بالعلوم الحديثة ٠

ويجب أن يكون نشر هذه التربية العلمية عاما ولجميع أفراد الشعب حتى يمكن احداث نهضة علمية فى مجتمعنا ، وحتى يتمثل أفراد المجتمع معنى العلوم وخصائصها فتصبح جزءا لا يتجزأ من حضارتنا ٠ وحتى نحمى شبابنا من الحيرة والاضطراب ، فلا شك أن الفرد الذى يعيش بعقلية القرون

الوسطى فى عصر العلوم يشعر بالوحشة والاضطراب وبتبلبل الأفكار فما أشد حاجة شبابنا الى فلسفة تعينه على النظر الى هذا العالم نظرة واقعية تتفق مع مايحدث فيه من تطورات سريعة ·

هذا الكتاب

ولعل أهم مايتميز به هذا الكتاب الذى نقدمه الى قراء العربية هو أن طريقته تساعد على تحقيق كثير من الأهداف السابق الاشارة اليها · فالكتاب قد ألف لمساعدة المعلمين على تدريس العلوم مع مراعاة الاتجاهات التربوية السليمة · فهو يقدم للمعلم نوعا من التنظيم المتكامل لمناهج العلوم مع مراعاة تسلسل موضوعاتها وتتابعها وربط الخبرات اللازمة لدراستها بعضها ببعض. كما أنه يقدم الحقائق العلمية المتصلة بدراسة كل موضوع بأسلوب يربط فيه بين الحقائق وبين أثر اكتشافها فى حياة الانسان والمجتمعات ، وما أدت اليه من تطوير فى المدنية الحديثة ·

كما أن الكتاب يحاول الاجابة على كثير من الأسئلة التى قد تقوم فى أذهان التلاميذ الذين سيتولى المعلم تدريس العلوم لهم ، ويقدم الكثير من الاقتراحات لأوجه النشاط التى يمكن أن يقوم بها التلاميذ للحصول على الاجابات السليمة عن طريق التجربة والملاحظة مستعينين فى ذلك ببعض المواد والأدوات التى يمكن الحصول على كثير منها فى المنزل أو المدرسة أو البيئة المحلية · كما يقدم الكتاب اقتراحات ببعض الرحلات التى يمكن للمعلم الاستعانة بها فى دراسة بعض الموضوعات والتسجيلات المنظمة التى يكلف التلاميذ بعملها والقراءات الخاصة التى تفيدهم فى دراستهم وغير ذلك مما سيجده القارىء بين صفحات هذا الكتاب ·

فالكتاب قد حاول أن يجمع بين الحقائق العلمية التى يقدمها وبين الطريقة التى يمكن أن تقدم بها هذه الحقائق للتلاميذ بحيث تتاح الفرص للتلميذ ليكون ناشطا وايجابيا فى عملية التعلم ، وفى تفكيره ؛ فيقوم بالتجربة والملاحظة وجمع الحقائق للوصول منها الى النتائج التى يسعى اليها .

وقد سبق لنا أن أكدنا أهمية ربط الحقائق التى تقدم للتلاميذ بحياتهم وبيئتهم ربطا يجعلهم يدركون العلاقة التى بين هذه الحقائق وبين المشكلات السائدة فى مجتمعهم ومواقف الحياة اليومية لديهم · فالتربية العلمية التى نحتاج اليها فى مجتمعنا هى التى تكون لدى الطلاب الاتجاهات العقلية التى تؤثر فى سلوكهم وتوجه هذا السلوك الى الوجهة المرغوب فيها · أما اذا اقتصر تدريس العلوم على تحفيظ التلاميذ بعض الحقائق المنفصلة عن حياتهم ومطالبتهم بتكرارها وتسميعها فان هذا التدريس لن يثمر فى احداث التعلم المطلوب ، أى احداث التغيير الملائم والنمو المطلوب فى عقلية الطالب وسلوكه وعلاقاته الاجتماعية ·

وقد جاء هذا الكتاب محققا لهذه الاتجاهات التربوية بصورة تساعد المعلم على أداء عمله ·

على أنه يلاحظ أن الكتاب يهتم فى بعض فصوله بالحقائق التى تتصل بالبيئة التى ألف من أجل أبنائها • وهذه الحقائق وان كانت حقائق مفيدة الا أنها لن تثير اهتمام الطالب العربى الناشىء قدر ماتثيره الأحداث والظواهر الشائعة فى بيئته العربية •

لذلك نرجو أن نوجه نظر القراء والمعلمين الذين يستخدمون هذا الكتاب الى وجوب التقصى عن الحقائق التى تتصل ببيئتنا العربية عند تدريس مثل هذه الموضوعات • فالأمثلة التى تعطى عن حياة النبات ، أو الحيوان ، أو عادات الطيور ، أو الثروة القومية الطبيعية ، أو الخامات المعدنية فى البيئة وغير ذلك من الحقائق والأمثلة التى تعطى للطالب الناشىء فى الولايات المتحدة الأمريكية تختلف بطبيعة الحال عن الأمثلة التى تعطى للطالب العربى فى القاهرة ، أو دمشق ، أو الدار البيضاء • فلا شك أن من أهم أهداف التربية العلمية تزويد الطالب الناشىء بالحقائق العلمية التى تساعده على تكوين الاتجاهات العقلية السليمة نحو بيئته وكيفية السيطرة عليها وادراك العلاقات بين المشكلات السائدة فى مجتمعه وبين تقدم العلوم والمكتشفات العلمية بحيث يوجه كل فرد الى استخدام هذه الحقائق فى حياته واستغلالها لصالح المجتمع •

لذلك يجب أن يبدأ المعلم بتقديم الحقائق التى تثير اهتمام الطالب بما فى بيئته من أحداث وظواهر ، ولا بأس أن ينتقل بعد ذلك الى ماهو كائن فى البيئات الأخرى كلما اتسعت مدارك الطالب أو كلما احتاج الأمر الى تعميم القواعد العامة والنظريات العلمية •

ومع أن هذا الكتاب قد كتب أساسا لاعداد معلم العلوم فى المدرسة الابتدائية ، الا أنه فى رأينا يصلح لأن يكون أحد المراجع العظيمة الفائدة التى يسترشد بها من يعدون لتدريس العلوم فى المدرسة الاعدادية وكذلك فى المدرسة الثانوية • فالكتاب ــ سواء من ناحية مستوى مادته ، أو من ناحية تعدد المقترحات التى يقدمها فى كل فصل من فصوله ، أو من ناحية المبادىء التربوية التى يسير عليها ــ يصلح لأن يكون مرجعا من خير المراجع لمعلم العلوم فى أى مرحلة من مراحل التعليم العام •

ولا شك أن الجهد الذى بذل فى ترجمة هذا الكتاب الى اللغة العربية وفى اختيار المصطلحات المناسبة والكلمات المرادفة لكثير من الكلمات الانجليزية ، كان جهدا مشكورا ورائدا فى هذه النواحى •

ونحن نأمل أن يتقدم الزملاء من القائمين بتدريس العلوم أو المشرفين عليها أو المهتمين بها بابداء مايعن لهم من ملاحظات حتى يمكن تحسين الطبعات التالية من الكتاب • فاننا لا نبغى سوى أن ينتفع من هذا الجهد أكبر عدد من المعلمين والطلاب فى البلاد العربية ، وأن نأخذ من هذا الكتاب مانجده متفقا مع بيئتنا ومحققا لأهدافنا من التربية العلمية فى الوطن العربى •

والله ولى التوفيق ؟

الجزء الأول

تدريس مبادئ العلوم





الفصل الأول

العلوم فى المدرسة الابتدائية

ليس هذا الكتاب من الكتب الفنية فى دراسة العلوم ؛ فقد تحاشى المؤلفون استخدام المصطلحات الفنية التى لا داعى لها . والكتاب لا يعالج أى فرع من فروع العلوم معالجة مسهبة . ولكنه يحاول – بدلا من ذلك – أن يعرض من المادة العلمية بمختلف ميادينها ما يمكن المدرس من مساعدة الأطفال على استكشاف العالم من حولهم بروح علمية صادقة . وهو يتجنب التفاصيل العلمية الفنية التى لا لزوم لها ، ويقتصر على تقديم ما يعد ضروريا لمدرسى المدرسة الابتدائية . لقد سأل طفل صغير بالصف الرابع مدرسته ذات مرة : « كيف تعمل الآلة البخارية ؟ » فقالت له المدرسة ببديهة حاضرة : « سل والدك ، فهو كما تعلم مهندس ميكانيكى » . ولكن الطفل اعترض على ذلك قائلا لمدرسته : « اننى لا أريد أن أعرف ذلك القدر الكبير عن الآلات البخارية » .

والواقع أن الطفل كان صادقا فيما قاله . وهذا الكتاب يعالج الموضوعات فى حدود مايحتاج اليه مدرسو المدرسة الابتدائية من المادة العلمية التى تمكنهم من مساعدة تلاميذهم على أن يتعلموا مزيدا من العلوم فى العالم الذى من حولهم . والكتاب يحاول أن يوضح أهمية ايجاد الصلة بين ما يحدث للتلاميذ داخل الفصل وبين فلسفة الطريقة والاحاطة بأهداف التربية .

والفصول الخمسة الأولى من الكتاب تقدم ، بصورة عملية ، بعض المقترحات العامة لتدريس العلوم . وهى تقوم الى حد كبير على أساس الخبرة الواقعية الناتجة عن مساعدة الأطفال فى دراسة العلوم ، وتصف الأساليب والخطط التى سبقت تجربتها ، وتعمل على شرحها . أما الفصول الباقية التى تتألف منها الأجزاء الثانى والثالث

والرابع ، فتعالج المـادة العلميـة من مختلف الميادين ، وتعرض لما فى كل منها من الخبرات وأنواع النشاط . فالفصول المعنونة «أ» تعرض المادة العلمية . والفصول المعنونة « ب » تقدم مقترحات لتدريس هذه المادة .

وقد ضمن المؤلفون هذه الطبعة المنقحة من الكتاب ، ما استجد من المادة العلمية منذ ظهور الطبعة الأصلية ، مما يناسب مدرسى المدرسـة الابتدائية . كما حاولوا أن يجعلوا هذا الكتاب متمشيا فى معالجته للطرق التربوية مع أحـدث ما وصلت اليه الآراء فى الوقت الحاضر . كما أن هذه الطبعة تولى عناية خاصـة بالعـلوم فى الصفوف الأولى من المدرسة الابتدائية وتضيف مادة جديدة للاستعانة بالبيئة فى التدريس .

وقد كتب هذا الكتاب لطلبة الكليات والمعاهد من ذوى الخبرة الضئيلة بأطفال المدارس أو غير ذوى الخبرة بهم ممن يرغبون فى معرفة شىء عن طريق تدريس العلوم للأطفال . وهو مفيد كذلك للمدرسين ذوى الخبرة الذين يرون أن تلاميذهم فى حاجة الى مزيد من الخبرة العلميـة ولكنهـم يشعرون أنه ليس لديهم الأساس العلمى الكافى لتقديم العون لهؤلاء التلاميذ .

الثقافة العلمية للمدرس

لا تدع فـكرة تدريسك للعـلوم تزعجك . فالأمر ليس من الصعوبة كما تتصوره . ولا تحكم بماضيك على مستقبل خبرتك فى ميدان العلوم . وربما لم تكن فيما مضى تلقى نجاحا كبيرا فى حل مسائل الفيزياء ، وربما كان كل ماشاهدته بالمجهر فى معمل الأحيـاء الذى بكليتك أو معهدك هـو رموش عينيك . ولـكن لا تجعل هـذه الأمـور تخيفك . واليـك بعض مايعينك فى هـذا السبيل :

١ ـ ان الغالبيـة العظمى من البنـات والبنين يحبون العلوم .

٢ ـ انهم لا يتوقعـون منـك أن تعرف جميـع الاجابات عن أسئلتهم .

٣ ـ يجب أن تبقى العلوم فى المدرسة الابتدائية بسيطة كل البساطة .

٤ ـ يمكنك أن تتعلم مع الأطفال .

٥ ـ ليس تدريس العـلوم أصعب من تدريس المواد الاجتماعية او أية مادة أخرى .

٦ ـ غالبـا ماتكتسب الخبرات العلمية بطريقـة طبيعية مع مايتعلمه التلاميـذ من الأمـور المختلفة داخل الفصل .

٧ ـ ان أصعب أوقاتك فى هذا الميدان هو وقت الابتـداء ، وقليـل من المرانة في تدريس العلوم سوف يدعم ثقتك فى نفسك .

وهذه النقاط السبع ، وجميعها فى صالحك ، سـوف تزداد وضـوحا لديك كلمـا تقدمت فى دراسة هـذا الكتاب ، وكلما درست مزيدا من العـلوم .

ان معظم المدرسين يقومون بتدريس العلوم فعـلا ، أكثـر ممـا يظنون ، وكل ماهنالك أنهم لا يطلقون اسم العلوم على مايقدمونه . فكثير منهم على سـبيل المثال ، يحتفظون فى الفصل بحوض لتربية الأحياء المائية ، أو يحتفظون بأحد الحيوانات الأليفة ، أو يساعدون التلاميـذ على عمل خريطة للجو ، أو يزرعون بعض النباتات المنزلية بمختلف أنواعها ، أو يساعدون التلاميذ فى زراعة الحدائق ، أو غير ذلك من الأعمال التى تعد فى الواقع ألوانا من النشاط العلمى . ولـكن الواقع أيضـا أن الطريقة التى تتسم بميل ، ولو بسيط ، نحـو الجانب العلمى ، سوف تعين التلاميذ على اكتساب مزيد من الفائدة من هذه الأنواع من النشاط . ففى عمل الحوض المائى على سبيل المثال ، نجد أننا غالبا مانقوم بجمع المواد اللازمة له ، ثم نضيفها بعضـها الى بعض . ولكننا قلما نعيره مزيدا من الاهتمام بعد تمام عمله . وقد يتبخر الماء منه ، وتضـع القواقع بيضـها على زجاجـة ، وتتكاثر النباتات ، وتنمو أرجل أبى ذنيبة ، ويحدث غير

ذلك ، دون أن يحظى بجانب من ملاحظتنا أو يلفت أنظارنا • ولا شك أن كثيرا من هـذه الامكانيات يمكن الاستفادة منـه بقليل من التخطيط اللازم لاثراء خبرات الأطفال •

واليك بعض الأمور التى تعينك على اعـداد نفسك لتدريس العـلوم بطريقة أكثر فاعلية • وليست هـذه النقاط مرتبة بحسب أهميتها ؛ اذ أننا لا نستطيع أن نعرف كيف يكون هـذا الترتيب بالنسبة اليك :

١ ـ اقرأ المادة العلمية سواء أكانت على مستوى الأطفـال أم على مسـتواك ـ مثل هـذا الكتـاب ـ ثم احتفظ بها تحت يديك لسهولة الرجوع اليها •

٢ ـ قم بعمل بعض من « أشياء لكى تعملها » مما يقترحه هـذا الكتـاب وغـيره مثل «الخروج للمشاهدة ، والملاحظة ، والجمع .» وبعد أن تبدأ هذه الأعمال ، فقد يدهشك ازدياد ميلك اليها وفرط اهتمامك بها • ويحتوى كل فصل من فصول الكتاب على بعض المقترحات المحددة لأشـياء يمكنك مشاهدتها واكتشافها •

٣ ـ قم باجراء بعض التجارب بنفسك • انها ليست صعبة • وكثير منها على جانب كبير من الطرافة • ان اجراء التجارب يجعلها حقيقة ، وقيامك بها بنفسك سوف يزيدك ثقة وغالبا مايزيد اهتمامك •

٤ ـ حاول أن تجد أحد مدرسى العلوم بالمدارس الاعدادية ، وأن تستعين به ، ولا شك أن كلا منكما سوف يستفيد منمعرفة مايعمله الآخر • وتستطيعان تبادل الأفكار كمـا يستطيع كل منكما أن يستفيد من تجارب الآخر وخبرته •

٥ ـ حـاول أن تعثر عـلى بعض الكتيبات أو المقررات الدراسية أو النشرات الخاصـة بتدريس العـلوم فى الولاية (المحافظة) التى تعيش بها أو المنطقة أو المدينة • وقد تجدها مطبوعة داخل غلاف مستقل ، أو تجدها ضمن احـدى النشرات عن منهج المدرسـة الابتدائية • وفى كلتا الحالتين يحتمل أن يكون بها كثير من الأفكار التى تعين فى التدريس •

٦ ـ لا تنس أن تطلب مرشد المعلم الذى يكون مـع الكتب المدرسـية المسـتخدمة فى مدرستك • فلا شك أن هـذه الكتيبات تعتبر منالمصادر المعينة القيمة للمساعدة، ولكننا كثيرا مانهملها •

٧ ـ ترقب المطبـوعات الدورية وغـيرها من المطبوعات لما قد تجده فيها من المقـالات الخاصة بتدريس العلوم •

٨ ـ حاول أن تقـوم بزيارة لمشـاهدة أحـد مدرسى العلوم لكى ترى بنفسك كيف يقوم بتدريس العلوم للتلاميذ • فقد تستطيع الحصول على كثير من الأفكار القيمة بهذه الطريقة •

٩ ـ انتهز كل فرصـة فى مدرستك لحضور الندوات (الورش) والدراسات التكميلية وغيرها من المشروعات التى تسـاعد على حسن اعدادك لتدريس العلوم •

١٠ ـ كن متفتح العقل فى طريقـة تدريسك للعلوم •

١١ ـ لكثـير من المدرسين هـوايات تعين على توسـيع آفاقهم العلميـة ، وقد استغلوا هذه المعرفة لكى يبدأوا تدريس العلوم فى المدرسـة الابتدائية • ومن أمثلة هـذه الهوايات: فلاحة البساتين وتربية النباتات بالمنازل وتربية الأسماك ومشاهدة الطيور وتغذيتها وتأمل النجوم واقامة المعسكرات.

١٢ ـ تذكر أنه يوجد فى كثير من الفصول أطفال يتمتعون بمواهب علميـة وميول علميـة فوق المعتاد. وهؤلاء يستطيعون مساعدتك بطرق متعددة ، كما يستطيعون مسـاعدة أنفسهم فى نفس الوقت •

١٣ – انضم الى بعض الرابطات العلمية سواء أكانت على مستوى الدولة أم مستوى الولاية (المحافظة) ، أم البيئة المحلية . وسوف يمكنك هذا عن طريق حضور جلساتهم أو قراءة مطبوعاتهم من أن تكتسب مزيدا من المعرفة حول الطرق السائدة فى تدريس العلوم .

ماذا يقصد بالعلوم فى المدرسة الابتدائية ؟

لعلك قد سمعت مالا يحصى من المرات أن العلوم هى دراسة البيئة . فماذا يقصد بهذا القول ؟ لكى نساعد على استجلاء صورة العلوم كما تحيط بأطفال هذا العصر ، دعنا نلق نظرة سريعة على الخبرة التى تواجهها طفلة فى العاشرة من عمرها فى أثناء بعض يومها .

ان جرس المنبه يوقظها فى الصباح . فكيف حدث هذا الصوت ؟ وكيف انتقل ؟ وماذا عملت أذنها ومخها حتى استطاعت الطفلة أن تسمع الصوت وتستجيب له ؟ ثم ترتدى الطفلة ثيابها وتتناول طعام فطورها . فكيف يصنع الثوب من النايلون ؟ وكيف تعمل الثلاجة الكهربية لكى تصون الطعام من الفساد ؟ وماذا يحتاج اليه جسم الفتاة لكى ينمو ويتكون ؟ وكيف يمكن تشكيل الطين والمعادن الأخرى التى بالأرض لكى نصنع منها الصحاف « الأطباق » وغيرها من أدوات المائدة ؟ وترد الفتاة على التليفون . فكيف يعمل التليفون ؟ ومن أين تأتى الكهرباء ؟ وتذهب الطفلة الى المدرسة . فلماذا زاد طول النهار ؟ وكيف يعرف رجال الأرصاد الجوية عن احتمال نزول الأمطار ؟ وكيف تتحرك السيارة بالبنزين ؟ وكيف تعرف الطيور طريقها الى موطنها مع عودة الربيع ؟ وتدخل الطفلة المدرسة. فماذا يضع الحارس فى آلة اطفاء الحريق ؟ وكيف يعمل الجرس الكهربى ؟ وكيف يضبط جهاز تنظيم الحرارة (الترموستات) كمية الحرارة داخل الغرفة .

لقد واجهت الفتاة فى هذه الفترة الوجيزة كثيرا من الأشياء والظواهر الشائعة . تلك هى البيئة التى تعيش فيها الفتاة . وما جميع ما ذكرناه الا قليل من عناصرها التى تصور بعض مسائلها المثيرة الشائعة . وتلك هى الأشياء التى تهتم العلوم بدراستها .

ولكن العلوم أكثر من ذلك . فكيف اكتشفت المعرفة بهذه الأشياء لأول مرة ؟ وكيف تستطيع فتاتنا بنت العاشرة أن تعرف هذه الأشياء ؟ انها تستطيع ذلك بطريقة علمية منظمة لحل المشكلات . وتتلخص هذه الطريقة فى الاحساس بالمشكلة ، وجمع البيانات والتحقق من صحتها ، وتطبيقها . وبالاختصار فان الفتاة تستطيع أن تعرف هذه الأشياء اذا تعلمت كيف تحل المشكلات . وذلك أيضا جانب هام من جوانب العلوم .

ليس هذا فحسب ، فالعلوم أكثر من ذلك . ان الفتاة لا تستطيع أن تعرف هل الاجابات التى اهتدت اليها صحيحة أو غير صحيحة ، الا اذا كان لديها اتجاه علمى . فلابد لها من أن تكون حريصة ودقيقة فى اصدار الأحكام ، وألا تتسرع فى استنباط النتائج ، وأن تعتمد فى استنتاجها على مصادر موثوق بصحتها . وليس كل ذلك الا قليلا من الاحتياطات التى ينبغى أن تستخدمها فى عملية تفكيرها العلمى . وبالتدريج يصير هذا الأسلوب من أساليب التفكير جزءا من الفتاة . ويعد ذلك أيضا جانبا من العلوم .

وكثيرا مايقال اننا نعيش فى عصر العلوم . ولا شك أن نظرة بسيطة الى البيئة التى نعيش فيها كفيلة أن تحقق هذا القول . وفى دراسة العلوم نتعلم طرق الاكتشاف لكى نتوصل الى معرفة هذا العالم . وبالنسبة للأطفال تتجه دراسة العلوم الى استطلاع عالمهم لكى يزدادوا

معرفة به ، وبذلك يستطيعون اجابة أسئلتهم عنه، ويستطيعون خيرا من ذلك ، أن يستمتعوا بما يحيط بهم ويحسنوا تذوقه وتقديره · فقد يكون من الطبيعى أن يتساءل الانسان : كيف تكون قوس قزح ، وكيف يجذب المغناطيس المسامير ، وأن يتساءل عن أبعاد النجوم ، ولماذا تتجه الابرة المغناطيسية نحو الشمال ، وكيف تبقى الطائرة معلقة فى الهواء · ومن الطبيعى أيضا أن يتفحص الانسان الأشياء ليرى كيف تعمل ، وأن يجربها ويختبرها ، وأن يكون مشغوفا بالاستطلاع ، وأن يسأل الأسئلة ويبحث عن الاجابات · وجميع هذه الاستعدادات التى يظهر أن الأطفال يكونون مزودين بها ، تجعل العلوم جزءا طبيعيا مما يتعلمونه ، وتجعل اشتمال مناهجهم عليها أمرا مقبولا ·

ومن المهم أن نوضح هنا ، أنه بينما نعيش جميعا فى عالم يزخر بالمنتجات العلمية ، فان الناس الذين يعيشون فى هذا العالم لا يفكرون بطريقة علمية · وسوف تجد فى ثنايا هذا الكتاب توكيدا مستمرا للطريقة العلمية · فتفكير الانسان بهذه الطريقة هو وسيلته للسيطرة على بيئته · وتلك فى الواقع هى العلوم التى يحتاج اليها المواطن ·

وينبغى أن يكون من الواضح لدينا منذ البداية ، أن دراسة العلوم لا تقوم بمعزل عن بقية الاهتمامات وأنواع النشاط الأخرى فى الحياة المدرسية للأطفال · والواقع أن دراسة العلوم ترتبط أشد الارتباط بغيرها من الميول · وطريقة تدريس العلوم تشبه الطريقة المستخدمة فى استطلاع أى أمر آخر يهتم به الانسان · وليس هنالك حاجة الى مهارة خاصة ذات طبيعة خارقة لكى يصير الشخص مدرس علوم ناجحا · ونأمل أن تزداد هذه الفكرة وضوحا كلما تقدمنا فى عرض الكتاب ·

ولن نتعرض فى هذا الكتاب لبيان تطور مناهج العلوم وكيف وصلت المناهج الحالية الى ماوصلت اليه ، الا لكى نوضح أن تاريخ هذه المناهج انما يرجع الى أجيال عديدة سابقة · وبظهور هذه المناهج ، أخذت وظائفها تزداد اتساعا ، وأخذت طرق التدريس تزداد قربا الى فكرتنا عن طبيعة الأطفال وكيف يتعلمون ·

لقد كان الاهتمام فى دراسة العلوم فى بادىء الأمر يقتصر على معرفة الأشياء · ولكننا نعتبر أن تسمية الأشياء وتعرفها وسيلة نافعة لدراستها · وعلى ذلك فان التعرف أو التسمية تعد وسيلة الى غاية · والا فما فائدة أن يكون لدى الانسان القدرة على معرفة أسماء عشرين شجرة وأسماء الطيور وتعرف الأحجار أو الحشرات أو غيرها ثم يقف عند هذا الحد ؟ ويوضح هذا المثال كيف اتسعت وجهة نظرنا فيما يتصل بالعلوم ولا يعنى ذلك أننا لم نعد نهتم بمعرفة الأشياء ، ولكن يعنى أننا لا نقف عند حد المعرفة ·

وكانت الدراسة السابقة للعلوم تهتم بدراسة الأشياء كالحشرات والصخور وأعشاش الطيور (فى دروس الأشياء) · أما برامج العلوم الحديثة ، فانها تتجه الى تكبير الصورة ، والى تناول هذه الأشياء وأمثالها من حيث المشكلات التى لها علاقة ومغزى بحياة الدارسين · فهى تحاول أن تكشف كيف تتلاءم هذه الحشرات مع ظروف حياتها ، وكيف تكونت الصخور والعناصر المختلفة وماذا يحدث لها ؟ وكيف تبنى الحيوانات المختلفة بيوتها ؟ وهذا يوضح الاتجاه نحو جعل الدراسة أعمق معنى بالنسبة للأطفال ، لأن معناها يزداد عمقا كلما اتسع مجالها ·

ولقد كانت البرامج السابقة ضيقة المدى ، فلقد كان المنهج يتكون الى حد كبير من دراسة الحيوان والنبات · ثم تبين لنا أن آفاق ميول الأطفال ، بل ان العلوم ذاتها قد صارت أكثر اتساعا من ذلك ؛ فالمشكلات التى تتعلق بالمغناطيسية ، والكهرباء ، والجو والنجوم ، والكواكب ، والصوت ، والحرارة ، والضوء ، تلعب كلها دورا هاما فى حياتنا ، ولابد أن يكون لها

مكان فى دراسة العلوم • فمن طريق الدراسة التى تقوم على أساس اثارة الاهتمام بالمشكلات التى تنتمى الى سائر الميادين العلمية ، نأمل أن نشبع ما لدى الأطفال من رغبة طبيعية نحو الاستطلاع ، وأن نوسع من آفاق اهتماماتهم بالعالم الذى يعيشون فيه •

ولقد كانت البرامج السابقة تعلق أهمية كبيرة على ملاحظة المواد والأشياء (النظر واللمس والاصغاء ••• الخ •) وكانت الخبرة المباشرة تعتبر أمرا أساسيا • ولا يستطيع أن ينكر أهمية هذا الأمر كل من شاهد الفرخ الصغير يخرج من البيضة داخل الحضانة ، أو شاهد طائرا يبنى عشه ، أو نظر الى زحل خلال المنظار المقرب • فالواقع أنه ليس هنالك مايمكن أن يغنى عن الخبرة الواقعية • وتختنق برامج العلوم لدينا أحيانا بسبب اهمالنا لتلك الخبرة المباشرة فى تدريس العلوم والتجائنا الى مجرد الكلام والقراءة حول العلوم •

وهنالك غير ذلك كثير مما يمكن أن يقال عند الموازنة بين برامج العلوم القديمة والحديثة • ويكفى تحقيقا لغرضنا أن نعلم أن المفاهيم العلمية لابد أن تتطور مع الزمن اذا كان يرجى من ورائها أن تقدم خدمات أجل لأولئك الذين نأمل فى تربيتهم • فاذا استمر تعديلنا للخبرات التى نقدمها للبنات والبنين فى ضوء ماتؤديه هذه الخبرات من الفوائد ، واذا استمر اهتداؤنا بأفضل مانستطيع أن نستنبطه من الأحكام القائمة على أكثر مانثق به من الشواهد ، فاننا نستطيع تدريجيا وبمزيد من الدراسات التى تساعدنا على معرفة كيف يتعلم الأطفال ، أن نحصل على مجموعة من الخبرات التى تفى بأغراضنا •

بعض الاتجاهات فى علوم المدرسة الابتدائية

لقد ألقينا نظرة خاطفة على تدريس العلوم فى مدارسنا الابتدائية ، ولعله من المفيد أن نحاول تحديد الاتجاه الذى تسير فيه برامج العلوم • ولما كان هذا الكتاب قد وضع أساسا للمدرسين وليس للاداريين ، فاننا سوف نقدم بايجاز بعض الاتجاهات ذات الأهمية البالغة فى تدريس العلوم •

١ ـ هنالك توكيد محقق لأهمية العلوم بوصفها جزءا أساسيا من برامج المدرسة الابتدائية، سواء كمادة مستقلة أو متضمنة مع الدراسات الاجتماعية أو غيرها من المواد •

٢ ـ كثير من الأقاليم والمدن قد أخذت فى بناء برامج دراسية أو توجيهات للمناهج لتحسين دراسة العلوم • وتساعد هذه البرامج فى الاحتفاظ بتسلسل المادة العلمية واتصال الخبرة من صف الى آخر من صفوف المدرسة الابتدائية •

٣ ـ تدور الخبرات العلمية حول حل المشكلات ذات الأهمية بالنسبة للتلاميذ ، وذلك بدلا من معالجة أسئلة غير هامة بقصد تحفيظ التلاميذ مجموعة من الحقائق العلمية التى لا يكاد يكون بينها صلة •

٤ ـ تتجه الجهود الى الاعتماد على الخبرات الواقعية بقدر الامكان ، وذلك لكى تصير دراسة العلوم أعمق معنى • وبعبارة أخرى هنالك اتجاه لجعل التلاميذ فى دراسة العلوم يعملون أكثر مما يقرءون أو يسمعون • وهذه الخبرات تشتمل على التجريب وملاحظة التطبيقات الحقيقية للمبادىء العلمية •

٥ ـ تبذل جهود متواصلة لجعل البرامج وطرق التدريس مناسبة لحاجات الدارسين وميولهم وقدراتهم •

٦ ـ هنالك توكيد كبير لأهمية استخدام مصادر البيئة لاكساب دراسة العلوم حيوية (انظر «مصادر لكى تدرسها» فى الفصول التالية).

٧ ـ يعمل الاداريون والمدرسون والتلاميذ معا بصورة متزايدة فى سبيل تخطيط وتنفيذ

برامج قوية · وقد نتج عن هذه الجهود كثير من أنواع النشـاط التى قام بها القائمون بالعمل فى البيئة المحلية وأسدت كثيرا من الخدمات الى المدرسين وغيرهم ·

٨ – يبذل مزيد من الجهود لمعرفة كيف تستطيع العلوم أن تؤدى رسالتها فى تكوين الأطفال، وبحيث تنسجم فى نفس الوقت مع مقتضيات الموقف التعليمى بأكمله ·

٩ – تبذل الجهود لاكتشاف التلاميذ ذوى المواهب العلمية والميول العلميـة فى وقت مبـكر والعمل على تشـجيعهم · وليس معنى ذلك القضاء على ميولهم الأخرى ، ولكن لتعريفهم بما يمكن أن تحققه لهم العلوم من المزايا ، ولكى تزداد فرصهم للتعليم ·

تلك بعض اتجاهات التغير التى طرأت على برامج العلوم فى أثناء نموها . ويستطيع المدرسون استخدام هذه النقاط لكى يقوموا بعض مايؤدونه داخل فصولهم نحو العلوم والأطفال كما يستطيع الاداريون والمشرفون على المدارس استخدامها فى تقويم برامج العـلوم · ولا شك أن تدبر هـذه النقاط تدبرا وافيا سوف يؤدى الى فائدة محققة ، بصرف النظر عن مدى ما لدى المدرس من الخبرة · انها سوف تكون عونا للمدرسين الجدد على تحديد الاتجاه الذى تسير فيه مناهج المدرسة الابتدائية · كما أنها تساعد المدرسين ذوى الخبرة على تحسين أعمالهم فى ميدان تدريس العلوم مع الأطفال ·

وتحليل هذه الاتجاهات يساعد على التخطيط لدراسة العلوم ، فمن الواضح أنها تشير الى أنه ينبغى أن تكون العـلوم جزءا أسـاسيا فى منهج المدرسة الابتدائية ، وأنها ينبغى أن تخدم حاجات التلاميذ وميولهم ، وأن تكون واسـعة فى مداها وأن تعالج المشكلات الموجودة فى البيئة التى يعيش فيها الأطفال ·

ويمـكن اسـتخدام المقررات الدراسـية والنشرات الواردة فى المراجـع لتوسيع معلومات المدرس عن هذه الاتجاهات ، مما لم تتسع له هذه المعالجة الموجزة ·



الفصل الثانى

أهداف تدريس مبادئ العلوم

قبل أن نستطيع تحديد ما يمكن أن تقدمه العلوم من خدمات فى ميدان نمو الأطفال وتكوينهم لابد أن نسأل أنفسنا : « ماذا يجول بعقولنا من أهداف تتعلق بالأطفال بصفة عامة عندما يمرون بمرحلة الدراسة الابتدائية ؟ » فاذا تدبرنا هذه الأهداف العامة فاننا ننتقل بعد ذلك لكى نرى ماذا تستطيع الخبرات العلمية أن تقدمه فى سبيل تحقيق هذه الأهداف ٠

ولقد عبر المربون بمختلف طوائفهم عن أهداف التربية فى المدرسة الابتدائية بشتى الأساليب ٠

ونستطيع أن نلخص أهم هذه الأهداف دون استخدام مصطلحات فنية لا داعى لها فيما يلى : مساعدة الأطفال على اكتساب المثل العليا والمفاهيم والمهارات اللازمة لهم لكى يصيروا مواطنين صالحين.

فماذا يتضمن هذا الهدف ؟ لا شك أنه يعنى انفاق جانب كبير من الوقت على مهارات القراءة والكتابة والحساب بوصفها أدوات ضرورية للاستمتاع وكسب المعرفة ٠ وان أهمية هذا الهدف مفهومة بصورة عامة بالرغم من أننا لا نزال تنقصنا معرفة الكثير عن أفضل الطرق لتحقيقه بالنسبة لكل تلميذ ٠

وثمة بعد ذلك مهارات أخرى ؛ فهنالك المهارة الخاصة باستخدام الانسان ليديه لكى تفعلا مايريده ٠ وهنالك مهارة ابصار الأشياء التى حولك ورؤيتها بدقة ٠ فلا شك أننا نخسر كثيرا بسبب أن حواسنا غير مدربة على مساعدتنا على الملاحظة ٠ وهنالك أيضا المهارة الخاصة بالاصغاء بذكاء ، والمهارة الخاصة بحسن التعبير عن أفكارنا بحيث تكون متماسكة ودقيقة ٠ أضف الى ذلك مهارة الاحساس بالمشكلات وحلها بطريقة علمية ،

حتى نحصل على نتائج موثوق بها · وتتطلب هذه الأشياء العناية الكاملة بعملية التفكير حتى يتكون لدينا المفكر ذو العقل المتفتح ، الذى يكون معقولا ، حريصا فى الوصول الى النتائج ، دقيقا ، متحررا من التحيز والخرافة ، شـديد الشغف باستطلاع بيئته ·

والالتحاق بالمدرسة الابتدائية لمـدة ست سنوات أو ثمان ، ومن السـاعة التاسعة صباحا حتى الرابعة بعد الظهر ، كفيل أن يحقق فوق ذلك أشياء أخرى للبنات والبنين من بين ماأسلفنا ذكره من الأهداف العامة ، فهو لابد أن يهيىء كثيرا من الفرص لفهم المشكلات الاجتماعية ووضع الخطط الاجتماعية والعمل على تحقيقها، كما لابد أن يهيىء للأطفال كل يوم فرصا لاكتشاف المشكلات والعمل على حلها · والأطفـال فى حاجة الى مناسبـات لاستخدام عقولهم لافتراح الطرق لحل المشكلات وتحقيق مقترحاتهم بالعمل الجماعى ، وهم بعـد ذلك فى حاجة الى فرصة لاختبار النتائج ولأن يتساءلوا « الى أى حد حققنا النجاح فى أعمالنا ؟ » « هل كانت خطتنا مناسبة ؟ » « ماذا كان يمكن عمله لتحسين هذه الخطة ؟ » · وفى أثناء عملهم متعاونين ، ينبغى أن تتكـون لديهم الحسـاسية الاجتماعية نحو احتياجات بعضهم ونحو احتياجات الجماعة ، كما ينبغى أن يتعلموا التعاون والسلوك الديمقراطى والتخطيط الجماعى · وهم يستطيعون أن يتعلموا هذه الأشياء خلال ممارستها يوميا وتدبر طريقة سيرها ونتائجها ·

ولتحقيق الأهداف العـامة التى اقترحناها ينبغى أن تكون المدرسة مجالا لرعاية السلامة البدنية والعقلية للأطفال ، كما ينبغى أن تهيىء لهم الفرصة لكسـب المعلومات وتعلم المهـارات اللازمة لتحقيق هذه السلامة البدنية والعقلية · ويتطلب هذا فيما يتطلبه أن يكون الفصل المدرسى مكانا تشيع فيه السعادة ، ومجالا لتحقيق أغراض التلاميذ ومكانا للانتاج الحقيقى، يتعلم فيه الأطفال أن يعملوا بميل ، وأن يفخروا بما عملوا ، كمـا ينبغى أن يكون مكانا لا يخشى الطفل فيه أن يقول انه لم يفهم ، أو أن يعبر عن رأيه ، أو أن يسأل سؤالا · انه ينبغى أن يكون مكانا يشعر الأطفال فيه بالطمأنينة ، ويشـعرون نحوه بالـولاء ، ويستطيعون أن يعيشوا فيه ·

وفـوق ذلك فانه اذا كان على المدرسـة الابتدائية أن تحقق أغراضنا ، فانه من واجبها أن تساعد الأطفال على اكتساب اهتمامات مناسـبة لأوقات فراغهم حتى تقل بفضل المدرسة شكوى الأطفال لأمهاتهم أيام الأجازة ، وفى أثنــاء عطلة الصيف ، من أنهم لا يجدون مايعملونه . ينبغى أن يكون لدى الأطفال عدد كبير من الأشياء الشائقة التى يريدون أن يقوموا بعملها لأنهم قد استمتعوا بها ومارسوا لذة عملها فى المدرسة.كما يجب أن تفعل المدرسة شيئا أكثر من مجرد التمنى بأن تستمر الميول الخاصة بوقت الفراغ حتى تلازم الأطفال فى مستقبلهم ·

ونستطيع أن نسترسل فى صفحات طويلة لكى نبين بالتفصيل ماذا ينبغى أن تعنى الخبرات المدرسية بالنسبة للأطفال · ولعلنا قد لمسنـا النواحى الأساسية · وقد ذكرت احدى مدرسات الموسيقى بمدرسة ابتدائية ذات مرة أنها تعتقد أن الخبرة بالموسيقى ينبغى أن تجعل الأطفال سعداء وأرق عشرة مما هم عليه ، كما ينبغى أن تشـعرهم بلذة تعادل لذة تنـاول طعام شهى · وتستمر هذه المدرسة فى حديثها فتقول انها تكون سعيدة اذا تعلم الأطفال بعد ذلك عدد الضربات اللازمة لاعطاء نغمة معينة · فاذا أخذت فى تدبر هذا القول وما ينطوى عليه من المبادىء الأساسية ومايعبر عنه من وجهات النظر ، فانك سوف تجد أن مدرسةالموسيقى قد ذكرت بالنسبة للموسيقى ماسوف نحاول أن نذكره بالنسبة للعلوم ·

ولعلك تقول : « كنت أظن أن هذا الكتاب سوف يوضح لى كيف أدرس العلوم فى المدرسة الابتدائية » ، وسوف يقوم الكتاب فعلا بهـذا العمل · ولكن العلـوم أو أى مـادة أخرى فى

المدرسة لا توجد الا بسبب ما تستطيع أن تقدمه من المساعدة للأطفال فى سبيل تحقيق ما نبتغيه من الخبرات المدرسية عامة · وعلى ذلك فاننا فى حاجة الى تحديد بعض الأهداف العامة لهذه الخبرات الشاملة لكى نرى ماتستطيع العلوم أن تسهم به فى سبيل تحقيقها ·

اتجاهاتنا نحو العلوم فى المدرسة الابتدائية

يظهر أننا اعتدنا دائما أن نتساءل أولا :ماهى المادة العلمية التى يجب أن يتعلمها الأطفال ؟ ولا شك أن للمادة العلمية أهميتها ؛ فنحن فى حاجة حقيقية الى أشخاص تتوافر لديهم المعلومات عن العالم الذى يعيشون فيه · ولا شك أننا متفقون على أن الشخص المثقف يثير اعجابنا ، ولكن دعنا لا نعتبر أن الشخص يعد مثقفا ثقافة علمية لمجرد أنه يستطيع أن يعرف عدد الأرجل فى حشرة من الحشرات ، أو يعرف أن الكماشة تعتبر رافعة من الدرجة الأولى ، أو يتعرف على حيوانا صغيرا عندما يشاهده ، أو يستطيع أن يعرف التغير الكيميائى · ان للحقائق العلمية أهميتها ، ولكن انسجام هذه الحقائق بعضها مع بعض بحيث تكون أفكارا لها معناها يعد أكثر أهمية من الحقائق ذاتها · وعلى ذلك فاننا نقول ان دراسة العلوم ينبغى أن تساعد البنات والبنين على معرفة بعض التعميمات أو المفاهيم العلمية الكبيرة أو المبادىء العلمية التى يستطيعون استخدامها فى حل المشكلات فى بيئتهم · ولعل هذا المعنى يتضح بمثال : فلننظر الى تلاميذ الصف السادس فى احدى المدارس عندما يدرسون البكتيريا ويكتشفون كيف تؤدى لنا نفعا أو تلحق بنا ضرا · ان هذه الدراسة تبدأ عندما يقول المدرس : « افتحوا كتبكم على صفحة ٨٨ مثلا ولنقرأ ما يقوله الكتاب عن البكتيريا » · ان الجملة الأولى تقول : « هنالك ثلاثة أشكال للبكتيريا ، فهى قد تكون مستديرة أو حلزونية أو عصوية » · والتلاميذ الذين عاشوا فى المدرسة ست سنوات أو سبعا يلجأون الى استظهار هذه الأشكال الثلاثة لأنهم يعلمون أن السؤال الأول من أسئلة ملء الفراغات فى الامتحان سوف يكون : « للبكتيريا ثلاثة أشكال هى ـــ ، ـــ ، ـــ · » والآن ماهى المشكلة التى تستطيع حلها بهذا القدر من المعلومات ؟ فكر جيدا · ألا تستطيع أن تفكر فى أى شىء ؟ وكذلك نحن · ان وجود ثلاثة أشكال من البكتيريا يعتبر حقيقة علمية ، ولكن هذه الحقيقة لا تصير مفيدة لنا الا اذا ارتبطت بغيرها من الأفكار ·

ولنفرض أننا بدلا من استخدام الطريقة السابقة ، احتفظنا بهدفنا فى ذاكرتنا وبدأنا دراسة البكتيريا بعمل بعض المزارع لها ، فوضعنا بعض المواد الغذائية فى الصحاف « الأطباق » الخاصة بزراعة البكتيريا ، ثم قمنا بتعقيم «الأطباق» ومحتوياتها تمهيدا لعمل هذه المزارع · ثم زرعت المزرعة الأولى بواسطة تلميذ يجلس فى الصف الأمامى من الفصل · وهذا التلميذ لديه عادة سيئة ، فهو يقضم أظافره بأسنانه ويضع قلمه الرصاص فى فمه بين لحظة وأخرى عندما يقوم بحل مسائل الحساب · ويتطوع هذا التلميذ لعمل المزرعة بأن يلمس المادة الغذائية التى فى « الطبق » بقلمه الرصاص وبأصابعه ، ثم يغطى « الطبق » باحكام تام وتحفظ · ثم تعمل مزرعة ثانية من تلميذة أخرى فى الفصل لا تتذكر أبدا أن تحضر معها منديلا نظيفا · انها تهز منديلها المتسخ فوق الطبق قبل تغطيته · ويقوم عدد آخر من الأطفال بعمل مزارع بطرق مختلفة · ويترك أحد الأطباق معقمة دون فتحه لكى يقارن بالصحاف الأخرى · ثم يتنافس التلاميذ فيما يتوقعون أن يحدث · وتوضع « الأطباق » جميعا فى مكان دافىء مظلم ، ثم تختبر بعد بضعة أيام ويكتشف التلاميذ تجمعات البكتيريا التى تكون قد نمت حيث زرعوها · أما « الطبق » الذى ترك مغلقا فانه لا يتكون عليه أى بقع · ثم يأخذ التلاميذ فى التساؤل « من أين أتت البكتيريا ؟ » « كيف تنمو البكتيريا » « ماذا تستطيع البكتيريا أن تفعل ؟ » هل جميع أنواع

البكتيريا ضارة ؟ » ٠

وتتضمن الخطوات التالية القراءة فى الكتاب والتشاور مع ممرضة المدرسة ، والاستماع الى طبيب المدرسة يتحدث عن الأمراض المعدية ، والقيام ببعض التجارب والاشتراك فى بعض أنواع النشاط التعليمية المناسبة ، الى أن يصل التلاميذ تدريجيا الى الفكرة الهامة الآتية :

ان البكتيريا كائنات حية دقيقة ٠ يسبب بعضها الأمراض اذا دخل الجسم ٠ ويصل التلاميذ الى كثير من المفاهيم الكبيرة الأخرى ٠ ويغير كثير منهم من سلوكهم تبعا لذلك ٠ فالتلميذ الذى كان يضع أصابعه فى فمه يستطيع الآن أن يرى لماذا يجب عليه ألا يضع قلمه أو أصابعه فى فمه ، فليس من الحكمة أن يساعد البكتيريا على أن تدخل جسمه ٠ والتلميذة الأخرى سوف تتذكر أن تحضر معها منديلا نظيفا فى الصباح . والتلاميذ يعدلون عن وضع أفواههم على صنبور الماء عندما يشعرون بالعطش وهم يعدلون كذلك عن امرار أصابع الحلوى والتفاح بعضهم على بعض لكى ينال كل منهم قضمة منها ٠ وهم فى أثناء كل ذلك يتعلمون أن للبكتيريا ثلاثة أشكال ٠ ولكن هذه الحقيقة لم تعد غاية فى ذاتها ٠ لقد تعلموا أن يضعوا هذه الحقيقة وغيرها معا لكى يتكون عنها مفهوم له معناه ودلالته ، أو لكى يتكون عنها قاعدة علمية أو تعميم علمى ٠

وهذه المفاهيم العلمية لاتظهر من تلقاء نفسها لدى التعرض لها كما يحدث عند الاصابة بالتهاب الغدد النكفية ٠ فانها لا تصير جزءا من الاستعدادات الفكرية للطفل الا عندما يتجه المدرس الى تكوينها ويساعد الأطفال على تنظيم خبراتهم التعليمية تبعا لذلك ٠ انها تصير حقيقية نتيجة للمرور بعدد كبير من الخبرات ٠ وهى تتجمع وتتآلف تدريجيا كلما تقدم الأطفال ٠ انها لا تستظهر من المطبوعات ، ولكن تبنى من خبرات عديدة ٠

والآن ماموضع هذه المفاهيم التى يكتسبها الأطفال من منهج المدرسة الابتدائية ؟ اذا رجعنا الى ما ذكرناه سابقا حول أهداف التربية فى التعليم الابتدائى ، فاننا نجد أن هذه التعميمات لا يمكن أن تتكون دون استخدام المهارات الأساسية للتعليم ٠ وهناتتهيأ الفرصة لاستخدام القراءة فى اكتشاف بعض الحقائق واستخدام الكتابة لتسجيل ما يجده التلاميذ ٠ ويتطلب تكوين هذه المفاهيم الكبيرة استخدام الملاحظة بذكاء ودقة ، ومهارة فى تعرف المشكلات وحلها ، كما يتضمن قيام التلاميذ بالتخطيط الجماعى والتقويم ، هذا اذا كان المدرس يريد أن يرى ما حققه من تكوين هذه المفاهيم ٠ ومعنى ذلك أنه ينبغى ألا يسارع المدرس بتقديم الاجابات الى التلاميذ ، كما يعنى أن المدرس ينبغى أن يساعد على جعل المشكلات التى يدرسها التلاميذ حقيقية ومثيرة وأن يدع المدرس التلاميذ يضعون الخطط لحل المشكلات ٠ وربما يدعهم يقعون فى بعض الأخطاء فى التخطيط والأحكام حتى يلمسوا بأنفسهم نتائج هذه الأخطاء ويزدادوا فهما لطريقة حدوثها ٠

والمفاهيم التى من النوع الذى وصفناه لها علاقة أكيدة بالصحة الجسمية على شرط أن تكون الخبرات حقيقية ، وأن تطبق المبادىء التى تعلمها التلاميذ فى مواقف الحياة ٠

فالمعلومات العلمية والمفاهيم العلمية تعتبر عدة أساسية فى حياة البنين والبنات ، ومثلها فى ذلك كمثل المعلومات فى الميادين الأخرى٠ولا شك أننا جميعا نفضل أن نعيش مع أناس مثقفين ولا يمكن أن يعد الانسان مثقفا الا اذا كان ملما ببعض المبادىء الأساسية فى العلوم ٠ والمدرس الحاذق يولى عناية متزايدة لاختيار المادة المناسبة والطرق التى تجعل هذه المادة ذات معنى بالنسبة للتلاميذ ٠

ونقول كذلك بأن دراسة العلوم ينبغى أن تساعد التلاميذ على أن تنمو قدراتهم على حل المشكلات بطريقة فعالة ٠ وبرغم أن هذا الهدف

يعتبر أحد الأهداف الهامة ، فان المدرسين قلما يعيرونه اهتماما • فقلما يصير الانسان أكثر قدرة على حل المشكلات لمجرد قيامه بملء الفراغات فى كراسة الواجب ، أو محاولة الوصول الى بعض التعاريف فى الكتاب ، أو لمجرد المعيشة فى غرفة بها رف عليه عدد من أنابيب الاختبار أو مجموعة من كتب العلوم • فكيف اذن يتحقق هذا الهدف ؟ انه يتحقق بحل بعض المشكلات – بعض المشكلات الحقيقية التى يكون لها معنى بالنسبة للمتعلم والتى تعدل من نظرته ، وبادراك العملية الأساسية التى ينطوى عليها حل المشكلات ، وباستخدام هذه العملية مرارا وتكرارا حتى يقتنع بأن هنالك طريقة صالحة لحل المشكلات لأنها تعطى نتائج موثوقا بصحتها •

وليس معنى ذلك – على مستوى المدرسة الابتدائية – أننا سوف نجر سلم التفكير العلمى كل خمس دقائق ونجعل التلاميذ يرقون فوق درجاته : تحديد المشكلة ، فرض الفروض ، جمع البيانات ، تطبيق البيانات ، استخلاص النتائج واختبارها • فماذا اذن ؟ انه يتطلب منا ، أول مايتطلب، أن نتوقف عن تقديم كل ذلك القدر من الحقائق التى نقدمها للتلاميذ ، كما يتطلب الا نظن بأن مسئوليتنا نحو التلاميذ قد انتهت عندما نقول لهم : « حاول أن تجد الحقيقة بنفسك ، فان هذا يساعدك على تذكرها ! » ان ذلك يقتضى أن نبدأ فى اعطاء التلاميذ مزيدا من الرعاية لكى نساعدهم على أن يحددوا مشكلاتهم بأنفسهم ويجدوا الحلول لها • وهذه المشكلات قد يكون منشؤها خبرة الأطفال ، كما يحدث عندما يسأل طفل مدرسته قائلا : « لقد لاحظت الليلة الماضية بزوغ القمر ، فكان حجمه أكبر منه فى أى وقت آخر ، وكان لونه برتقاليا فما سبب ذلك ؟ وقد يستمد الأطفال مشكلاتهم مما يقرءونه . كان يقول الطفل : « لقد قرأت أن ضوء الشمس يتكون من جميع الألوان فكيف يحدث ذلك ؟ » وقد تأتى المشكلات من الكتب أو الخبرات أو الرحلات أو غير ذلك من المصادر العديدة •وسوف نتناول بتفصيل أكثر فيما بعد طرق اختيار المشكلات • ولا شك أن تعلم حل المشكلات بروح علمية حقيقية يعتبر هدفا لا يقل فى أهميته عن تعلم المادة العلمية ذاتها •

وسوف نحاول أن نوضح احدى الطرق التى يمكن اتباعها لتحقيق هذا الهدف بمثال واقعى مستمد من خبرة التلاميذ فى أحد فصول الصف السادس • فلقد كان يبنى فى المدرسة جناح جديد ، ولقد كانت عملية البناء تتم أمام نافذة هذا الفصل • وكان التلاميذ فى وقت الفسحة يشاهدون هذه العمليات وقد ألصقوا أنوفهم بزجاج النافذة • لقد كانوا يشاهدون الرجال وهم يستخدمون الروافع لرفع الصناديق الممتلئة بالطوب ، وكانوا يشاهدون المجارف البخارية وهى تعمل ، والمصاعد الكهربية وهى تبنى ويشاهدون جميع الآلات من قاطعة وحافرة وساحبة ودافعة • ولقد كانت هذه الأشياء جميعا الموضوع الرئيسى لحديث الأطفال • كانت المدرسة تلاحظ كما يلاحظون • ولقد آثار الأطفال مشكلات عديدة : « كيف يقلقل العامل بلاط الرصيف بذلك القضيب الحديدى ؟ » « كيف يستطيع رجل أن يرفع مائة طوبة بسحب حبل الرافعة الى أسفل بيد واحدة ؟ » لقد آثار التلاميذ هذه المشكلات وغيرها وحددوها بدقة وسجلوها • ولقد قالت لهم المدرسة ، وكانت مخلصة ولديها ميل نحو حب الاستطلاع : « اننى أيضا أحب أن أعرف كيف تعمل هذه الآلات » .وأضافت المدرسة بعضا من المشكلات الى القائمة ، وكلما تقدمت الدراسة أضيفت الى القائمة أسئلة أخرى •

ولما كانت المدرسة قد وضعت نصب عينيها هدف تحسين قدرة التلاميذ على حل المشكلات فقد قالت لهم : «هذه مشكلات قيمة فكيف نجدالحلول لها ؟ » وبعد بعض المناقشة قال التلاميذ : « نستطيع أن نجرب • ونستطيع أن نرجع الى كتب العلوم وكتب المكتبة وأن نسأل العمال وغيرهم ممن يعرفون • كما نستطيع ان نلاحظ الآلات عن قرب ، وقد نجد أحد الأفلام التى يمكن



هؤلاء الأطفال من تلاميذ الصف الثالث يقومون باجراء تجربة تساعدهم على معرفة كيف يحدث المطر • وقد أحضروا المواد من منازلهم •

أن تساعدنا » • وبعد دراسة هذه الامكانيات اختار التلاميذ احدى المشكلات لكى يبدءوا بها ، وبدأ العمل •

ولكى تساعد المدرسة على بدء عملية حل المشكلات وتعين التلاميذ على ادراك أن التجارب قد تساعدهم على حلها ، جاءت ذات يوم الى الفصل ومعها قالب من الطوب ولوح خشبى طوله ست أقدام ، أحضرته من مكان البناء ، ثم قالت لتلاميذها : « هل يستطيع أحد منكم أن يرفعنى الى أعلى ؟ وبعد مناقشة سريعة أبدى التلاميذ بأسهم دون محاولة فقالت لهم : « هل يستطيع أحد منكم أن يستخدم هذا القالب من الطوب وذلك اللوح الخشبى لكى يرفعنى الى أعلى ؟ » رتطوع بعض التلاميذ فوضعوا قالب الطوب على الأرض ووضعوا اللوح فوقه تاركين جزءا من اللوح على أحد الجانبين أكبر منه على الجانب الآخر، وطلبوا من المدرسة أن تقف على الجزء القصير من اللوح ، واستجابت المدرسة لما أشاروا به عليها وضغط التلاميذ الى أسفل عند نهاية الطرف الآخر من اللوح فارتفعت المدرسة • لقد قام الأطفال بعمل رافعة ، واستطاع كل واحد منهم حتى أصغر طفلة فى الفصل أن يرفع المدرسة دون صعوبة • فكيف حدث ذلك ؟ وكيف تعمل الرافعة ؟ لقد بدأ التلاميذ يلاحظون ماحدث • فلاحظوا أن ماحدث هنا شبيه بما يحدث عندما يقلقل العامل البلاط الذى يغطى الرصيف مستخدما ذلك القضيب الحديدى ، لقد لاحظوا أن الدفع يكون الى أسفل وأن الثقل يرتفع الى أعلى ، كما لاحظوا أن الطرف الذى عنده الدفع يتحرك أكثر من الطرف الذى يقع عليه الثقل • وأخذ الأطفال يحركون قالب الطوب نحو الطرف الذى تقف فوقه المدرسة ويبعدونه عنه ، ثم ذهبوا الى لعبتهم المشابهة فى حديقة المدرسة وأخذ كل منهم يحاول أن يرفع زميله بالجلوس على مسافات مختلفة من نقطة ارتكاز اللوح • تلك بعض نواحى نشاطهم فى محاولة حل المشكلات ، انهم يرون ويشعرون كيف تعمل الروافع ، وقد استخدموا رافعة لكى تؤدى عملا حقيقيا •

وقام التلاميذ بجمع بعض مواد القراءة لكى يعرفوا المزيد عن الروافع ، وكيف تعمل ، وكيف

تستخدم • وفى أثناء ذلك مارس التلاميذ بعض المهارات اللغــوية التى تعينهم عــلى اســـتخدام الفهارس التى بالكتب لتحديد الموضوع المطلوب من الكتــاب ، كما استخدموا قائمة محتويات الكتاب والبطاقات المكتبية . ورتب التلاميذ مقابلة مع أحد مدرسى العلوم العــامة بالمرحــلة الاعدادية لكى يوجهوا اليه أسئلة عن الآلات وكيف تعمل • وقد دعاهم ذلك الى عمل خلاصــة بما وصلوا اليـــه وتنظيم عرض شفوى واضح حسن التنظيم داخل الفصل • وجمع التلاميذ بعض الصور التى يمكن تنظيمها فى تتابع خاص لكى توضح بعض الخدمات التى تؤديها الآلات • ووجدوا أحد الأفلام المتحركة التى تعين على توضيح بعض الأفكار حول عمل الآلات • وابتكر التلاميذ وســـائل أخرى لجمع المعلومات واختبارها وتطبيقها لحل مشكلاتهم حول الآلات •

لقد اكتشف الأطفال من هذه الخبرات كثيرا من الأمور عن طريقة تحــديد مشــكلاتهم بحرص وعناية ، كما تعلموا كيف يجمعون المواد المناسبة لحل هـــذه المشــكلات ، ويختبرون النتائج التى وصلوا اليها ويسجلونها فى جمل موجزة • ولقد ذكرت المدرسة فى أثناء مناقشة عملها عن الآلات أن هذه الدراسة كانت ناجحة الى حد كبير ، لأن الأطفال كانوا يريدون أن يعرفوا الاجابات ، وكان لديهم اهتمام ببحث طرق حلها ، وقالت المدرسة انها هى ذاتها قد اكتسبت مزيدا من المعرفة عن حل المشكلات. كما تعلمت أيضا أن المادة البسيطة أكثر فائدة من غيرها ، وأن المشكلات القريبة التى يثيرها الأطفال داخل الفصل كان لها أهمية كبيرة. وأنهــا قد توصــلت الى أن الأطفــال يحبون حل المشكلات اذا كانت مشكلاتهم •

وعلى ذلك فان تعــلم حل المشــكلات يعتبر هدفا من الأهداف الهامة ، فكيف ينسجم هـــذا الهدف مع خطتنا للمدرســة الابتدائية ورسالتها نحو الأطفال ؟ لا شك أن نجاحنا فى الحياة بعضنا مع بعض يزداد اذا كان لدينــــا مهارة فى حل مشــكلاتنا اليوميـــة بحيث نعرف ماله عــلاقة بالموضوع ونعرف نوع المعلومات التى نستطيع أن نثق بها ، وطريقــة تطبيقها ونعرف كيف نختبر صحة النتائج التى نصل اليها • وحل المشــكلات اذا تم بطريقة علمية حقيقة يهيىء الفرصة المناسبة للتعــاون الحقيقى ولتبادل النصح والنقد ويؤدى الى خبــرات ممتعة عن كل عمل يؤدى بنجــاح • ولكننا نرجو ألا يسيىء القارىء الفهم ، فيظن أن هذه الأشياء تتكون من تلقاء ذاتها نتيجة لدراسة الآلات ؛ اذ ينبغى أن يخطط المدرس لعمليـــة التدريس بطريقة تؤدى الى تحقيق هذه النتائج •

وميدان العلوم يهيىء للأطفال عددا لا يحصى من المشــكلات التى تهمهم بصــورة حقيقية لأنها قريبة منهم ولأنها مثيرة لهم بطبيعتها • وبعد ذلك فان نفس الطريقة التى تستخدم فى حل مشكلات العــلوم تستخدم أيضـــا بنجاح فى الدراسات الاجتماعية والحساب ، بل فى المعيشة معا داخل المدرسة أو المنزل • ويصدق هـــذا الرأى بقدر مانبذل من اهتمام بالمشكلات التى يجدها الأطفال بأنفسهم ، وبقدر مانسمح لهم بأن يكون لهم رأى فى حلها وبقدر مانقدمه لهم من المساعدة على حلها عندما يشعرون بالحاجة الينا • ويتعلم الأطفال عن حل المشـــكلات فى مدى نصف ســـاعة عندما يشــتغلون بأمر يهتمون به اهتماما حقيقيا أكثــر مما يتعلمون فى مئات الساعات عندما يدفعون للعمل فى شىء صعب عليهم ، أو عندما يعرض الموضوع بطريقة تقليدية مميتة •

ومن المهم أيضا ملاحظة أن التلاميذ يحتاجون الى مساعدتهم على ادراك أن طريقة حل المشــكلات المستخدمة فى العلوم تشبه طريقة حل المشكلات فى الميادين الأخرى • فقد لا يصلون أبدا الى هذه العلاقة مالم نبرزها لهم • ويستطيع المدرس أن يكثر من قوله : « هل تذكرون كيف وصلنا الى الاجابات عنــدما كنا نعالج المشــكلات الخاصـــة بالآلات ؟ فكيف نستطيع أن نستفيد مما تعلمناه هنالك لكى يســاعدنا على الوصــول الى الاجابات فى هـــذه المشــكلة الجديدة فى دراستنا للمواد الاجتماعية ؟ » • وقد تكون المشـــكلة الجديدة : « كيف ننظم جمــاعة للمحافظــة عــلى الأمن فى

مدرستنا ؟ » • ان أمثال هذه المشكلات تساعد التلاميذ على انتقال آثار الدروس التى تعلموها فى حل المشكلات الى حياتهم اليومية •

واذا كان علينا ان نحقق أهدافنا فينبغى أن نتذكر هـذه الأهداف • واذا كان فى نيتنا أن نكون أشخاصا يجيدون حل المشكلات ، فلابد لنا أن نهيىء المواقف التى تتطلب حل المشـكلات بطريقة جيدة ، ولابد أن تكون الحلول التى يصل اليها التلاميذ ذات أهمية لديهم •

وكثيرا مانقول مرارا وتكرارا ان دراسة العـلوم ينبغى أن تساعد التلاميذ على اكتساب الاتجاهات العلمية • اننـا نقول ذلك ، ولكننا نحتاج الى أن نفعل المزيد لكى نحقق هذا الهدف ، فاكتساب الاتجاهات العلمية كتنمية القـدرة على حل المشـكلات لا يتحقق الا بما نبذله من جهود مقصودة لتحقيقه • ولكى نحقق هذا الهدف الهام ينبغى أن نفهم أولا ماذا يقصد به ، ثم يجب علينا بعد ذلك أن ندرس بحيث لا يجد التلاميذ مفرا من استخدام الطريقة العلمية فى التفكير • فماذا يعنى اذن اكتساب الاتجاه العلمى ؟ اليك بعض الخواص التى تتوافـر فى الشـخص ذى العقلية العلمية :

● أن يكون متفتح العقل ، مستعدا لتعديل رأيه أمام الحقائق الموثوق بصحتها وهو يحترم رأى غيره •

● أنه ينظر الى الأمر من جميـع جوانبه قبل أن يصل الى نتيجة ، فهو لا يقفز الى الأحكام ولا يقرر على أساس ملاحظة واحـدة وهو يتمهل ويتدبر حتى يتأكد •

● أن يقصد الى مصادر المعلومات الموثوق بصحتها لكى يجمع بياناته ، وهو يختبر هـذه المصادر لكى يستوثق من صحتها •

● ألا يكون خرافيا ؛ فهـو لا يؤمن بأن الأشياء تحدث دون أسباب •

● أنه مولع بحب الاسـتطلاع • وهـو حريص ودقيق فى ملاحظاته • وهو يخطط لبحوثه بحرص وعناية •

تلك هى الصفات التى نتجه الى تكوينها لدى الأطفـال فى أثناء اكتسـاب خبراتهم العلمية • ولـكن من الممكن أن يشتغل الانسـان بالأجهزة العلمية ، وأن يقرأ المراجع ، وأن يكون قادرا على استرجاع ماقرأه فى أثناء حصص العلوم ، وأن يعد المعارض للأندية العلميـة ، وأن يفعل غـير ذلك من الأشياء دون ان يكون لديه القليل من الاتجاه العلمى • ويحدث ذلك كل يوم فى حصص دروس العلوم ؛ لأننـا فى الواقع لا نحاول أن نهتم بتكوين هذه الاتجاهات لدى التلاميذ • اننا لا نقوم بالتدريس وهذا الهدف ماثل دائما أمامنا. والواجب أن يكون ماثلا أمامنا كلما قام التلاميذ باجراء تجربة ، أو قراءة كتاب ، أو قاموا برحلة ، أو شاهدوا فيلما سينمائيا ، أو عرضوا ماوجدوه على زملائهم داخل الفصل ، أو اتجهوا الى مشكلة لحلها ، أو غير ذلك مما يقومون به فى دراسـة العـلوم • أنه ينبغى ألا يقـوم التلاميذ بعمل من الأعمال دون هـذا الاتجاه • انه يجب أن يكون جزءا حقيقيا من معداتهم الفكرية • وينبغى أن يكثر المدرس من قوله : « تريث قليلا » • « دعنا نحاول ذلك مرة أخرى » • « كيف تعلم أن هذا حق ؟ » • « لقد غيرت فكرى منذ قرأت ماقاله العلماء » • « أين عثرت على هـذه الاجابة ؟ » « قد تكون على حق ولكن أخبرنى مزيدا عن مصادر معلوماتك » • ان هذه الملاحظات وأمثالها ينبغى أن يسمعها التلاميذ كثيرا فى أثناء دراسة العلوم ، ولكن ليس فى دروس العلوم وحدها ، بل أيضـا فى دروس المواد الاجتماعية والحساب وغير ذلك من المجالات التى يعمل التلاميذ فيها معا على حل المشكلات •

ولنضرب لذلك مثالا محددا ؛ ففى أحـد فصـول الصف الرابع كان التلاميـذ يدرسـون النباتات وكيف تنمو ، وقد أجروا بعض التجارب ليروا أن النباتات تحتاج الى الماء لكى تنمو • وقد

سأل أحدهم أين يذهب هذا الماء ؟ وللاجابة عن هذا السؤال أخذ التلاميذ ساق نبات الكرفس وقطعوا طرفها السفلى بسكين حادة ، ثم وضعوا الساق فى اناء به ماء ملون بالحبر الأحمر • وبعد فترة قاموا باختبار هذه الساق ، فقطعوها لكى يشاهدوا الأوعية ويلاحظوا العروق الملونة التى بالأوراق مما يوضح لهم أين ذهب الماء • ثم قال أحدهم انه قد ورد بالكتاب أن بعض الماء يخرج من الورقة الى الهواء • فسأله المدرس عما اذا كان يستطيع أن يقترح وسيلة لاثبات صحة هذا الأمر • فاقترح أحد التلاميذ وضع اناء فوق أحد النباتات لكى يمسك بأى من الماء الذى يمكن أن يخرج من الورقة • واقترح التلاميذ أن ينكسوا اناء زجاجيا فوق نبات صغير من نباتات الجيرانيوم. وعندما فعلوا ذلك لاحظوا فى اليوم التالى وجود قطرات مائية دقيقة تتجمع على السطح الداخلى للاناء • وقد سأل المدرس تلاميذه : كم منكم يعتقد أن هذه التجربة تثبت خروج الماء من أوراق الجيرانيوم • ويلوح أن التلاميذ قد وافقوا على هذا الرأى • ولكنهم لم يكونوا على صواب فى هذا الاستنتاج ؛ فقد يكون مصدر الماء هو التربة التى ينمو بها النبات ، أو الهواء الذى يحيط بالأوراق •

وقد حذر المدرس تلاميذه من هذا الخطأ ، وطالبهم بمراجعة النتيجة التى وصلوا اليها ؛ لأنه يؤمن بأهمية مساعدة التلاميذ لكى يفكروا بطريقة علمية أفضل • ونتيجة لذلك قال أحدهم انه يحتمل أن يكون بعض الماء قد خرج من التربة، ولذلك ينبغى أن تغطى التربة بقطع من الورق المقوى • فشجع المدرس هذا التلميذ قائلا انه اقتراح وجيه ، وأعيدت التجربة فى صورتها المحسنة • ولاحظ التلاميذ تكاثف الماء على الجدران الداخلية للاناء الزجاجى ، وماكاد التلاميذ يرضون بهذه النتيجة حتى قال أحدهم ان هذا الماء قد يكون مصدره الهواء ، ولا شك أنه كان على صواب • وقد زكى المدرس هذا النوع من التفكير، وسأل التلاميذ عما يمكن عمله لاجراء هذه التجربة بصورة أكثر دقة • وقد اقترح أحد التلاميذ استخدام مجموعتين متماثلتين من الأدوات الا أن أحد الاناءين يكون به النبات ويكون الآخر خاليا منه •

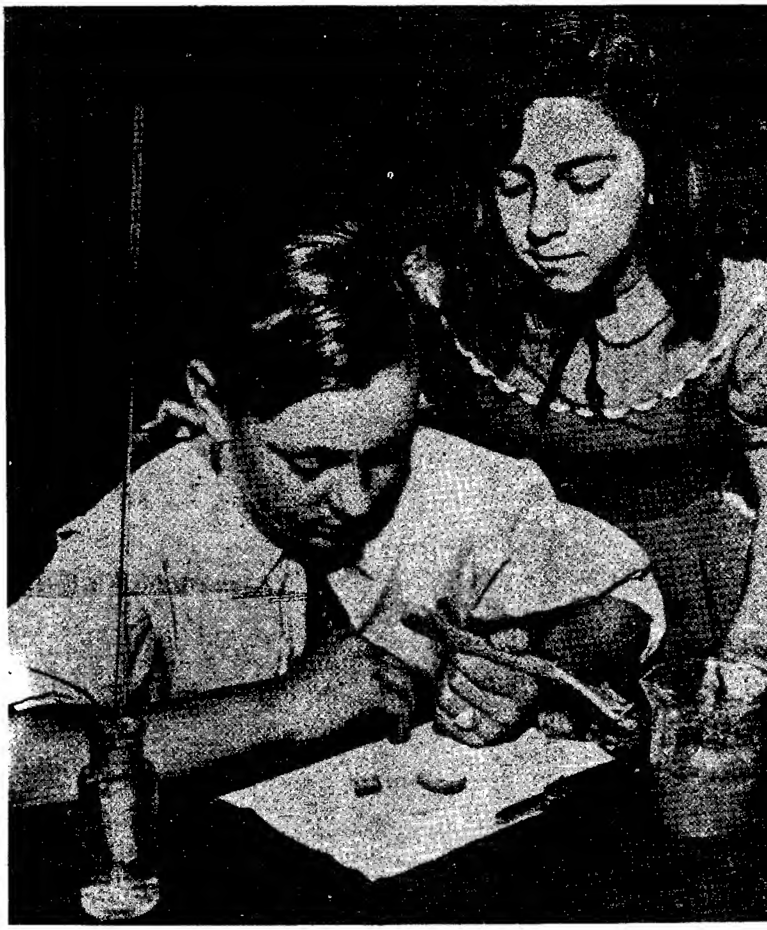
فاذا تجمعت قطرات من الماء على الاناء الحاوى للنبات ، ولم تظهر على جدران الاناء الآخر ، فاننا نعرف أن الماء يأتى حقيقة من النبات •

وقد أجرى التلاميذ تجارب أخرى مشابهة ، وقاموا بمزيد من البحوث فى الكتب قبل أن يقرروا نهائيا أن النباتات يخرج منها ماء فى الهواء. لقد كان المدرس عازما على أن يرى الاتجاه العلمى سائدا طول الوقت •

ولكن ، هل يستغرق اجراء التجارب على هذا النحو وقتا أطول ؟ نعم يستغرق • ولكن أى شىء أفضل من انفاق الوقت فى مساعدة الأولاد والبنات على أن يكونوا أكثر حرصا ودقة فى أحكامهم ؟ وفى كثير من الأحيان عندما يقوم التلاميذ باجراء التجارب فان المادة العلمية التى يتعلمونها قد تكون أقل أهمية من الطريقة المستخدمة والاتجاه المكتسب ، وكثيرا مايتكرر هذا القول ، ولكننا مع ذلك غالبا ماننسى أن نؤكد الطريقة والاتجاه • ان تلك الطريقة التى تنطوى على التساؤل ومراجعة التفاصيل والتعبير عن الرأى وتأجيل الحكم ينبغى أن تستخدم كلما أجريت التجارب ، سواء أكان مصدر هذه التجارب كتابا مقررا أم مرجعا اضافيا أم مقترحا من التلاميذ أنفسهم •

والتجارب التى لا تؤدى الى النتائج التى يفترض أن تؤدى اليها عند اجرائها أول مرة تهيىء أحسن مايمكن تصوره من المواقف التعليمية ، فمحاولة معرفة لماذا لم تنجح التجربة تشحذ التفكير الى أقصى حد ممكن •

وكلما قرأ الأطفال ، تهيأت فرص متعددة لاستخدام التفكير العلمى : فعندما يسأل الطفل الصغير ، « هل هذه قصة حقيقية ؟ » فإن الفرصة



المشاهدة تكون الفكرة وتزيد الفهم . هؤلاء تلاميذ احدى المدارس العامة بشيكاجو يفحصون الأنابيب التى تحمل الماء فى ساق نبت الكرفس (انظر التجربة فى الكتاب) عند دراسة مشكلة « ماذا يحتاج اليه النبات لكى ينمو » ؟

تسنح أمامه لكى يعرف الفروق بين الأمور الحقيقية والخيال . ولكى يعلم أن أحدهما يستخدم بقصد الوصول الى الاجابات السليمة بينما يستخدم الآخر غالبا للتسلية والمتعة .

ومن الممكن أن يكون اكتشاف التلاميذ للأخطاء التى بالكتب نقطة بداية لتكوين اتجاههم العلمى . فمعرفة الطفل بأن ظهور أية عبارة مطبوعة ليس ضمانا كافيا لدقتها ، يمكن أن يستخدم لكى يفتح عينى الطفل الذى نريد منه أن يعتمد على الدقة العلمية فى اختيار المادة التى يقرؤها للاجابة عن الأسئلة . فقد يذكر أحد الكتب مثلا أن عدد الكواكب ثمانية . وقد يذكر آخر أن عدد الكواكب المعروفة تسعة . وهنا تتهيأ الفرصة لبيان أن العلماء يضيفون اضافات مستمرة الى معلوماتنا . وهذا يجعل التلاميذ يقدرون أهمية استخدام المعلومات الحديثة والرجوع اليها . وهم فوق ذلك يفهمون أهمية استخدام كلمة مثل : « المعروفة » فى العبارة السابقة فى تقدير عدد الكواكب ، كما يقدرون أهمية بعض العبارات مثل : « يعتقد العلماء » ، « يكاد يكون من المتفق عليه » ، « قد يكون حقيقة أن » « يقول بعض الناس » . « تكاد تدل الشواهد » . وهذا هو الاتجاه الذى ينبغى أن يتخلل نشاطنا فى الدراسات الاجتماعية وغيرها من ميادين التعلم فى المدرسة الابتدائية . ونقدم فيما يلى خطابا كتبته طفلة فى الثامنة من عمرها الى مؤلف أحد الكتب، وهو يوضح الرغبة فى اكتشاف دقة المعلومات .

سيدى ...

لقد ألفت كتابا اسمه معرض الحيوانات الأليفة ، أليس كذلك ؟ وفى كتابك هذا احدى القصص بعنوان « الفئران البيضاء فى المعرض » وتقول احدى الجمل ، « انها تستطيع أن تجرى

بعد أن يصير عمرها بضعة أيام » ٠

وهذا ليس حقيقيا ٠

انها تستطيع أن تجرى فى اليوم الأول من ولادتها ٠

ملاحظة ــ اننى أقوم بتربية هذه الفئران ٠

المخلصة

(امضاء)

فهذه تلميذة تتعلم كيف تقدر بعض ماتقرؤه وتنظر اليه فى ضوء خبرتها ٠ وبعض الكبار سواء فى المدرسة أو البيت قد شجعوها على الكتابة الى المؤلف لكى ترى سبب الاختلاف بين خبرتها الشخصية وبين ماجاء فى الكتاب ٠ فمن مثل هذه الخبرات يتعلم الأطفال شيئا عن الطريقة التى تؤلف بها الكتب ، ويتضح لديهم كيف أن الخبرة المحدودة قد تكون فى بعض الأحيان مضللة ، وكيف أن تقديم الحقيقة بأساليب مختلفة قد يكون سببا فيما يلوح لنا من وجوه الاختلاف ٠

والقصص المثيرة التى تنشرها الصحف عن بعض الموضوعات مثل « رجال من المريخ » « قنابل أشعة الموت » ، أو « مستقبل الأرض التى نعيش عليها » تقدم مادة يمكن استخدامها لتنمية الأسلوب العلمى فى النظرة الى الأشياء ٠ فمن الذى كتب هذه المقالات ؟ وماذا تعنى الكلمات بالضبط ؟ هل تقدم المقالات حقائق أم نظريات ؟ فلهذه الأسئلة وأمثالها أهميتها فى المناقشة ٠

ثم ان مايرويه الأطفال عن شعر الخيل الذى يتحول الى أفاع ، وغير ذلك من الخرافات ، ينبغى أن يطرح على بساط البحث والمراجعة لكى يساعد على تكوين الاتجاهات العلمية ٠

وكثيرا مايقول الأطفال عبارات مثل : « انك لا تستطيع تصديق رجال الأرصاد الجوية ! » أو : « تستطيع الحيوانات أن تعرف هل الشتاء القادم سوف يكون شديد البرودة ٠ » أو : « يستطيع المنجمون أن يدلوك على أحسن ماتستطيع أن تفعله » ٠ وهذه العبارات وأمثالها تقدم فرصا رائعة لاستخدام البحث العلمى ومراجعة الحقائق. وبتطلب ذلك محاولة الاجابة عن أسئلة مثل : «من الذى يقول هذا ؟» و «كيف نكتشف الحقيقة؟» و « لماذا يقول بعض الناس هذه الأشياء ؟ » ٠

ومن الممكن أن يؤدى القيام برحلة الى محطة تنقية المياه القريبة الى كشف مدى بعد بعض التلاميذ عن الدقة فى ملاحظتهم للأشياء التى يرونها أو يسمعونها أو فى تذكرهم لها ٠ ولا شك أن مراجعة هذه الملاحظات يمكن أن يكون أحد أنواع النشاط الهامة التى تتصل بالرحلة ٠ فالعيون والآذان اليقظة الواعية من المعدات الهامة التى ينبغى أن تكون لدينا فى أثناء حصص العلوم وخارجها ٠

اننا لم نذكر الا قليلا من الأمثلة للمواقف التى يمكن أن تساعد على انتقال الاتجاه العلمى من المادة المطبوعة الى عقول الأطفال ٠ وسوف نذكر أفكارا أخرى لتحقيق هذا الهدف الهام فيما بعد . فترقب هذه الأمثلة في الفصول المعنونة «ب» في الأجزاء الثاني والثالث والرابع من هذا الكتاب.

واذا أعدت قراءة الفقرات الخاصة بالأهداف العامة للمنهج المدرسى ، فانك سوف ترى بسهولة كيف أن أهدافنا لمساعدة الأطفال على كسب الاتجاه العلمى تتسق مع أهدافنا العامة للمدارس الابتدائية ٠ ويمكنك أن تقارن هذه الأهداف بأهداف تدريس المواد الاجتماعية ، وسوف ترى أن هنالك علاقة واضحة بينهما ٠

والمفروض فى العلوم فوق ذلك أن تساعد على خلق الميل والتقدير لدى الأطفال نحو العالم الذى يعيشون فيه ٠ ففى هذه اللحظة ، بينما أقوم بكتابة هذا الموضوع نظرت الى السماء فى هذه الأمسية ، فوجدتها تموج بألوان عديدة ٠ ان السحب التى تبعد عنا بنحو خمسة أميال والتى تتألف من عدد لا يحصى من قطرات الماء ، تعكس



« من الذى يقول أن الضفادع تسبب الأورام ؟ » هؤلاء الأطفال من تلاميذ الصف الخامس يقومون باجراء تجربة لاختبار مدى صحة هذه الخرافة — وهذا مثال لتوضيح كيف تساعد التجارب العلمية فى الرد على الأسئلة ٠

هذا الضوء على النافذة ٠ وزجاج النافذة نفسه قد صنع بتسخين الرمل بعد اضافة بعض المواد الكيموية اليه ٠ والزجاج الناتج يساعد على حمايتنا من الجو ٠ وتحت النافذة مباشرة تنمو أوراق العنب الخضراء التى تتألق فى ضوء الشمس وقت العصر ٠ وفى مثل هذه الأوراق يصنع الغذاء اللازم لجميع العالم ٠ فالورقة مصنع عجيب يأتى اليه الماء الذى يسقط من السماء على هيئة مطر فيصعد من الجذور التى فى الأرض لكى يقابل ثانى أوكسيد الكربون الذى يأتى من الهواء ٠ وهنالك فى الورقة الخضراء وفى وجود الضوء يصنع الغذاء من الماء وثانى أكسيد الكربون ٠

وهذه العملية لازمة لحياة جميع الكائنات فى العالم ٠ فالواقع أن هذا العالم به أشياء عظيمة تستلفت الانتباه : كيف يتحول الضوء الى ألوان ساطعة وقت الغروب ، كيف تتكون السحب ، كيف يصنع الزجاج ، كيف تصنع النباتات الغذاء ، بل كيف نشأ هذا العالم ، وكيف تطور خلال العصور ٠ لقد قال أحد الناس : « ان من لا يتوقف لكى يتأمل ويتعجب لا يفترق عن الموتى » ٠

ان صغار الأطفال يستحقون أن يجدوا فى المدارس مايغذى رغبتهم الطبيعية فى استطلاع العالم الذى يعيشون فيه . كما يستحقون أن تتاح لهم الفرصة لكى تمتد رغبتهم فى حب الاستطلاع الى ميادين جديدة لم يتطرق اليها حب استطلاعهم من قبل بسبب جهلهم بوجودها ٠ انهم يستحقون أن تتاح لهم الفرصة لكى يقدروا ، عن طريق الفهم ، عجائب العالم الذى جاءوا اليه ٠ أما كيف تساعد على تكوين عاطفة التقدير ، فاننا لا نزال فى حاجة الى معرفة الكثير عنه ٠ وتدل التجربة على أن الأطفال لا يكتسبونها عن طريق الاستماع الى بعض الأحاديث العاطفية الدافقة التى يلقيها بعض الكبار . ولعلها تتكون نتيجة مايتيحه الكبار

من فرص أمام الأطفال لكى يكتشفوا الأشياء بأنفسهم ، بمساعدة زملائهم وبارشاد من يعيشون معهم من الكبار • ولعلنا نستطيع أن نهيىء الفرص أمامهم لكى يلاحظوا ملاحظات مباشرة ، ولكى يشعروا ويروا ، ويستخدموا حواسهم حتى يحصلوا على خبرة مرضية • وربما كان اكتساب المعرفة بهذه الطريقة — أى عن طريق الخبرات المرضية ، أو الممتعة — يمكن كل طفل من أن يكون لنفسه نوعا من التذوق والتقدير يلائم شخصه • ولا شك أن للاكتشاف متعة ، وأن فى الاحتكاك بالأشياء الطبيعية والظواهر اشباعا ومتعة أيضا •

وقبل الانتهاء من كتابة هذه الفقرات كانت الألوان قد اختفت من المغرب وظهر الشفق وسوف يأتى الليل بعد قليل • ان الأرض تولى ظهرها للشمس والظلام يطبق عليها • وفى أماكن أخرى تولى الأرض وجهها للشمس وينبلج الصباح ، وبعد أسابيع قليلة سوف تسقط الأوراق عن شجرة العنب التى تحت النافذة ويشتد البرد ويأتى الخريف ، ثم يعقبه الشتاء ، ثم الربيع ، ثم الصيف مرة أخرى ، وتلك هى دورة الفصول ، وهنالك الدورة التى يتبعها الماء عندما يختفى من الأرض ثم يظهر مرة أخرى على صورة أمطار تسقط من السماء • وهنالك دورة البذرة من جنين ضئيل الى نبات يافع ينتج البذور مرة أخرى • تلك بعض الظواهر التى نحب أن نقدمها الى الأطفال خلال خبرات سوف يتذكرونها بسرور • ان ذلك هو مانعنيه عندما نتكلم عن تنمية الميل وتكوين عاطفة التذوق والتقدير ، وكما ذكرنا فى حالة الأهداف الأخرى التى تناولناها ، لا يمكن تحقيق هذا الهدف الا اذا قصدنا الى تحقيقه وجعلنا تدريسنا مؤديا اليه •

لعلنا قد تكلمنا ، بتوكيد شديد وباطناب ، عن الأهداف • ولكنها فى الواقع بالغة الأهمية لأنها تهدى تدريسنا للعلوم فى كل تفاصيله • وسوف نعود اليها المرة بعد الأخرى ، ونحاول أن نجعلها أكثر واقعية خلال هذا الكتاب • وفى كل يوم ندرس فيه الأطفال ينبغى أن نراجع مانفعله معهم بأن نسأل أنفسنا : « ماذا يفترض أن يؤديه هذا العمل على وجه الدقة للأطفال ؟ » • فاذا كانت الاجابة غير مرضية فلنحاول أن نبذل غاية الجهد لتحسين طريقتنا • وفوق كل ذلك ، ينبغى أن نتذكر أن العلوم لا تستحق أن تدخل منهج المدرسة الابتدائية الا بالقدر الذى يساعد على تحقيق الأهداف العامة الشاملة لهذه المرحلة.

وهذه الفلسفة تحدد الى حد كبير نوع المادة الدراسية التى يقع عليها الاختيار وأسلوب التدريس وطريقة تقويم النتائج • حقيقة أن للعلوم دورها الخاص بها ، ومسئوليتها المحددة ازاء نمو الأطفال وتكوينهم ، ولكن تلك الأهداف لن تتحقق الا اذا قصدنا الى تحقيقها وكان لدينا الاستعداد لكى ندرك أن الخبرات الناتجة عن دراسة العلوم تنسجم مع الخبرات الكلية للأطفال •

وماذكرناه حول الاحتفاظ بأهداف العلوم نصب أعيننا ينطبق أيضا على تدريس أية مادة أخرى فى المدرسة الابتدائية • ونحن نذكر هذا لكى نؤكد الفكرة التى دافعنا من أجلها ، وهى أن تدريس العلوم لا يختلف عن تدريس غيرها من المواد •

ولا شك أننا نستطيع أن نسير قدما الى الأمام بخطوات واسعة فى تنفيذ برامجنا التربوية اذا طبقنا على المنهج المبدأ الآتى : هل تؤدى دراسة هذه المشكلة واستخدام هذا النشاط واتباع الخطة التى وضعناها فعلا الى تحقيق أهدافنا؟ فاذا استبعدت المشكلات وأنواع النشاط والخطط التى لا تتفق مع هذا المبدأ ، واستخدم مكانها خير منها فان برامجنا المدرسية سوف تسير فى طريق الحيوية والنجاح بقدر كبير •



الفصل الثالث

مساعدة الأطفال فى تعلم العلوم

لقد صاح أحد التلاميذ عندما سمع صوت الجرس قائلا لمدرسه : « هل بلغت الساعة العاشرة ؟ ياللعجب ! » لقد انقضت الساعة على هذا التلميذ بسرعة كبيرة حتى انه لا يكاد يصدق أن الوقت قد مر · أتعرف لماذا ؟ لعلنا ينبغى أن نسأل أنفسنا : « لماذا » ، كلما انقضت ساعة أو صبيحة يوم من أيام المدرسة بسرعة غير مألوفة ، لأننا — وان صعب علينا أن نعترف بذلك — نعلم ان الساعات المدرسية والأيام تزحف ببطء شديد أمام التلاميذ والمدرسين فى كثير من المدارس · ويرجع هذا ، فيما يرجع ، الى أن بعض العمل يكون مملا غير مثير ، ولا شك أن هناك أسبابا أخرى غير ذلك · ولذلك فقد يكون من الخير بالنسبة لنا أن نتساءل ونتمعن فيما يحدث عندما ينتهى اليوم المدرسى بسرعة ·

لا شك أن التلاميذ فى هذه الحال يكونون مشتغلين بشىء يميلون اليه ، ويدركون معناه · انهم يشتغلون بشىء يتحدى عقولهم وهو لا يبلغ من الصعوبة درجة الاستحالة عليهم ولا من السهولة درجة التفاهة · انه يتيح لهم الاحساس بالتحصيل والتقدم · انهم يكونون منهمكين فى العمل ويكون لديهم فكرة عن الهدف الذى يقصدون اليه وعن طريقة تحقيق هذا الهدف · انهم يعرفون لماذا يقومون بهذا العمل ·

ان كلا منا ينصح بأن تكون العلوم مادة عملية، وبأنه ينبغى الاقلاع عن تدريس العلوم عن طريق القراءة والاستماع ، وبأن نساعد الأطفال على أن يعملوا بأنفسهم · ولا خلاف حول هذا الرأى ، لكن دعنا نر أولا لماذا ننصح بذلك وماذا

نقصد بذلك • انه لا يكفى أن نجعل التلاميذ يغادرون مقاعدهم وينشطون • فمن المهم أن نتساءل : « فيم ينشطون ولأى سبب ؟ »

أولا ـ ان نشاطهم ينبغى أن يدور حول شىء غرضى أى لنا منه هدف معين • وبعبارة أخرى لابد أن يكون نشاطهم مؤديا الى تحقيق الغايات التى ناقشناها فى الفصل السابق • وهذا يعنى أن اجراء التجارب لمجرد تناول الأجهزة واستعمالها ليس كافيا • ان هذا النوع من التجريب قد ينطوى على نشاط جسمى كبير ، ولكنه فى نفس الوقت قد ينطوى على خمول فكرى كبير • وان مانقصده هو أن ينشط التلاميذ «ليروا بأنفسهم» ، ولا يكون ذلك لمجرد التنويع ، برغم تسليمنا بأن التنويع ضرورى للتدريس الجيد •

فكيف نستطيع اذن أن نساعد الأطفال على تحقيق الأهداف الماثلة أمامنا ؟ ان بعض الأهداف يتحقق عن طريق حل المشكلات • فكيف يحل التلاميذ المشكلات ؟ انهم يحلونها بطرق متعددة : فهنالك التجريب ، والملاحظة ، والقراءة ، والقيام بالرحلات ، والتحدث الى بعض ذوى الخبرة ، وتفحص الصور ، وغير ذلك من الطرق المشابهة . وبعبارة أخرى فان الأطفال يحلون المشكلات عن طريق القيام بشىء غرضى ، شىء يجعل مايريدون أن يتعلموه من الحقائق وما يريدون أن يكتسبوه من اتجاهات وتذوق ومهارات أمورا ملموسة وواقعية بالنسبة لهم •

التجريب للكشف

تنطوى التجارب على شىء مثير بالنسبة للأطفال • « حسن ، اننا سوف نقوم اليوم باجراء بعض التجارب ! » هكذا يتصايح الأطفال عندما يذهبون لاجراء تجاربهم • وهذا الميل نحو العمل والكشف له أهميته بالنسبة الينا ؛ اذ ينبغى أن نستغله ونعول عليه • كما يجب علينا ألا نحاول أن نقلل من السرور الذى ينطوى عليه التجريب بالنسبة للأطفال • وفى الوقت ذاته ينبغى أن نساعد الأطفال على ادراك أن التجارب تعتبر خبرات تعليمية هامة • ولكن مجرد اجراء التجربة تبعا للتعليمات المطبوعة ، وتسجيل النتائج فى الفراغات الموجودة فى أحد الكتب لا يعد كافيا • ان اتباع التعليمات قد يكون مقبولا فى عمل بعض الفطائر ، ولكن هدفنا من اجراء التجارب يختلف عن ذلك كل الاختلاف •

فلنتأمل مثلا تلاميذ أحد الفصول بالصف الثالث عندما يقومون باجراء تجربة بسيطة لكى يعرفوا الأشياء التى تنجذب الى المغناطيس • ان أحد الأطفال يقرأ التعليمات الخاصة باجراء هذه التجربة فى الكتاب • ثم يقوم طفل آخر باجراء التجربة طبقا لهذه التعليمات • ويقرأ طفل ثالث فى الكتاب نتائج التجربة • هذا المثال يوضح بكل جلاء فكرتنا عن عدم التجريب وان كان يعد نوعا من الملاحظة الفعلية •

ولنقارن هذا بمثال آخر يوضح الفكرة التى نهدف اليها • أحضر الأطفال بعض المغناطيسات الى المدرسة ، ولعبوا بها وعرض كل منهم على الآخرين ما استطاع أن يكتشفه من أمرها • فهذا طفل يقول بأن المغناطيس يجذب المعادن • ويتفق بعض الأطفال معه فيما يذهب اليه ، ويعارضه البعض الآخر • ثم يبرز السؤال الآتى : « ماذا يجذب المغناطيس ؟ » فيقول المدرس : « كيف نستطيع أن نتأكد ؟ » ويقول الأطفال : « دعنا نحاول » ويتقبل المدرس فكرة الأطفال ، ولكنه يقول لهم : « ينبغى أن نقوم بشيئين قبل اجراء التجربة » • ويسأل تلاميذه عن هذين الشيئين •

وبعد المناقشة يقرر التلاميذ مايأتى :

١ ـ تسجيل الغرض من التجربة على السبورة ، وهو : « معرفة الأشياء التى يلتقطها المغناطيس • وقد اقترح أحدهم أن يضاف الى ذلك « محاولة معرفة هل من الصواب أن نقول بأن المغناطيس يجذب المعادن » •



يحاول هــؤلاء التلاميذ اثبات أن المغناطيس الكهربى يلتقط الأجسام حينما تتصل الدائرة الكهربية. تقوم البطارية الجافة الصغيرة التى تستخدمها الفتاة بعمل البطارية الكبيرة .

وهنا يضيف المدرس الى الغرض : « معرفة ما اذا كان المغناطيس يجذب المعادن » .

٢ ــ عمل بعض التوجيهات لاجراء التجربة . وقد تم الاتفاق على مايأتى :

(أ) جمع المعادن وغيرها من الأجســام الأخرى التى نريد اختبارها (الورق ــ الفلين ــ الزجاج ــ قطعة من الحديد ــ ابرة ــ مسمار ــ سن قلم من الصــلب ــ قماش ــ قطع العملة ... الخ) .

(ب) استخدام مغناطيس قــوى بحرص لمعرفة هل سيجذب هذه الأجسام .

(جـ) عمل قائمة بالأشــياء التى يجذبها المغناطيس ، وأخرى بالأجسام التى لا يجذبها .

(د) محاولة الاجابة عن السؤال الذى لدينا .

ثم يتبع التلاميذ التعليمات بدقة . وأخيرا يقررون مايأتى : « تدلنـــا تجاربنا أن هـــذا المغناطيس يجذب الأشياء المصــــنوعة من الحديد ومن الصلب . » ويقررون أيضا أنهم يحتاجون للقيام ببعض القراءة لكى يستوثقوا من اجاباتهم ، لأنهم لايستطيعون بطبيعة الحال أن يختبروا جميع المواد . ويقومون بذلك ، ويجــدون أن ماجاء بالكتب يؤيد ماوصلوا اليـــه ، الا فيما يتعلق بالنيكل ؛ فقد جاء بالكتب أن النيكل من المعادن التى تنجذب الى المغناطيس . وقد يؤدى هـــذا بدوره الى مزيد من القـــراءة والبحث (انظـــر فصل ٢١ أ) ثم يتساءل أحدهم عن مدى صحة العبـارة التى تقــول : « ان المغناطيس يجذب المعادن » . وقد يساعد على اجابة هــذا السؤال محاولة الأطفال أن يعرفوا ماذا يقصد بالمعادن . فقد يجدون من قراءتهم أن المعادن هى مواد مثل الحديد والذهب والفضـــة والنحاس والرصـــاص الصفيح والألومنيوم والصــلب والبرونز . وقد يساعدهم هذا التعريف ــ بالاضـــافة الى نتائج تجاربهم ــ على معرفة مدى صواب العبارة التى ذكرها أحدهم ، وهى أن المغناطيس يجذب المعادن.

وقد يكون من الضرورى أن نشير هنـــا الى أنه ليس من الضرورى دائما أن تكتب المشكلة أو الخطة على السبورة . ومع ذلك فانه من الضرورى

أن ندع التلاميذ يحددون المشكلة تحديدا مطابقا للطريقة التى يريدون أن يحلوها بها ويحددون الخطة كما يريدون أن يتبعوها • وقد يكون من المهم فى كثير من الأحيان اجراء تعديل فى الخطة كلما تقدمت التجربة • وسوف يكون من واجب المدرس أن يقدم المساعدة عند ظهور الحاجة اليها حتى تتحقق أحسن النتائج •

حاول أن تتذكر هذه التجربة عن المغناطيس لدى قراءتك للتوجيهات التالية عن التجريب الذى يقصد منه الوصول الى اجابات لأسئلة العلوم • انها تنطبق على جميع المستويات فى تدريس العلوم ، وهى مفيدة بغض النظر عن مصدر فكرة التجربة ، أى سواء أجاءت هذه الفكرة من كتاب ، أو فى أثناء محادثة التلاميذ أو من مصدر آخر واليك هذه التوجيهات :

١ ـ اجعل التجربة بسيطة ـ واستخدم كلما استطعت أدوات منزلية بسيطة (انظر قائمة الأجهزة من ص ٦٠ الى ص ٦٤) •

٢ ـ أجر التجارب بطريقة تجعل التلاميذ يفكرون • واذا كان من خطتك أن تخبر التلاميذ بالاجابة ، أو تدعهم يقرءونها ، فلماذا تتكلف مشقة التجربة ؟

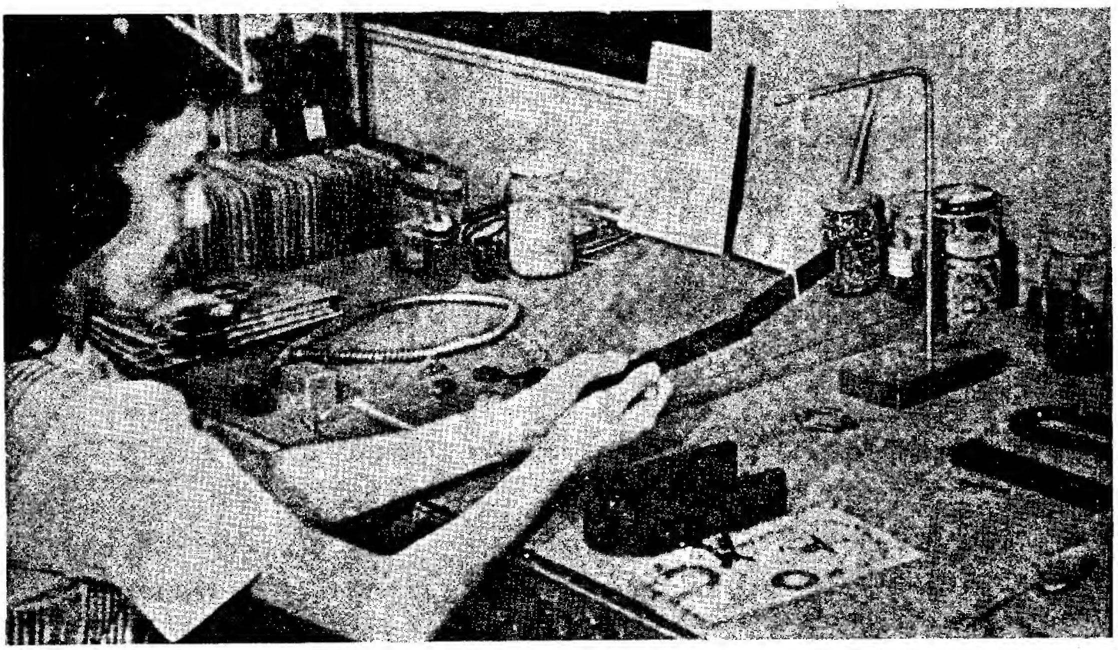
٣ ـ خطط التجارب بدقة وعناية ، ودع التلاميذ يشتركوا بأكبر قسط ممكن فى هذا التخطيط • ثم اتبع الخطة • فاذا تبين خطؤها فسيكون لدى التلاميذ فكرة عن الأسباب التى أدت الى فشلها ، لأنهم اشتركوا فى وضع الخطة •

٤ ـ لا تدع التلاميذ يصلوا الى تعميمات جارفة نتيجة قيامهم بتجربة واحدة صغيرة • ان التجربة التى يجريها التلاميذ لا تؤدى فى الغالب الى اثبات أى شىء ، انها لا تفعل أكثر من مساعدة التلاميذ على فهم فكرة أو اجابة سؤال • فاجتذاب المغناطيس لمسمار لا ينبغى أن يجعل التلاميذ يعتقدون أن المغناطيس يستطيع أن يجذب جميع المسامير ، فاذا وصلوا الى هذه النتيجة فانهم يكونون قد هدموا أحد الأغراض الهامة للتجريب •

٥ ـ دع التلاميذ يقوموا باجراء التجربة بأنفسهم ويجب أن تكون التجارب من البساطة ومن الأمان بحيث يستطيعون اجراءها • كما يجب أن تجرى التجارب بحيث يستطيع جميع الأطفال أن يشاهدوها بسهولة ، واذا كانت الفصول كبيرة العدد وكانت المواد متوافرة ، فمن الممكن أن يعمل التلاميذ فى جماعات لكى تتهيأ الفرصة أمام كثير منهم للتجريب • فاذا لم يكن ذلك ممكنا ، فمن الممكن أن تترك المواد أمامهم لكى يشاهدوها قبل بدء الدرس ، وفى أوقات الفسح ، كما يمكن استغلال فترة الظهيرة • وينبغى أن يتذكر المدرس أن هنالك فارقا كبيرا بين أن يتناول التلاميذ الأجهزة بأنفسهم وبين أن يشاهدوها من بعد بينما يتناولها شخص آخر •

٦ ـ يستطيع التلاميذ بأنفسهم أن يبتكروا بعضا ، بل كثيرا من التجارب التى يقومون باجرائها لحل احدى المشكلات • وينبغى أن يكثر مدرسو العلوم من قولهم للتلاميذ: « هل يستطيع أحد أن يفكر فى طريقة نستطيع أن نجربها لكى تساعدنا فى حل هذه المشكلة » • فمثل هذا الأسلوب يهيىء الفرصة للتفكير الحقيقى والتخطيط السليم والتنظيم •

٧ ـ ان الغرض الأساسى من اجراء احدى التجارب أوسع بكثير من مجرد اجابة السؤال المطروح أمام التلاميذ • واذا كنا نريد أن نجعل التجربة قيمة فينبغى أن نساعدهم على اجابة أسئلة حول الأشياء التى يشاهدونها فى العالم الذى من



هنـا مكان لاكتساب الخبرة بطريقة مباشرة والمواد التى جمعها التلاميذ والمدرس يمكن استخدامها كلما وجد وقت فراغ لدى التلاميذ • ويساعد ذلك عددا كبيرا من التلاميذ على اجراء التجارب والمشاهدة فى وقت فراغهم •

حولهم • ولكننا كثيرا ماننسى التطبيق على مواقف الحياة الواقعيـة • ان الأفكار التى يحصل عليها التلاميذ من التجارب تساعد على فهم الأشـياء التى تحدث فى حياتنا اليوميـة ، ولابد أن نساعد التلاميذ على ادراك هذه الحقيقة •

٨ ـ ينبغى ألا تجرى التجارب دون هـدف • ويجب أن يكون لكل تجربة غرض محدد ، وأن يكون هـذا الغرض معروفا ومفهوما لدى جميـع التلاميذ • ومن المستحسن غالبا أن يسجل هذا الغرض على السبورة بصورة مبسطة حتى يسـاعد الأطفال على التفكير فى أثنـاء اجراء التجربة وعنـد استخلاص النتائج •

٩ ـ ليس من الضرورى دائما ، ولا من المرغوب فيـه فى جميـع الحالات ، أن يكون لدى التلاميذ تسجيل واف لجميع التجارب التى تجرى بالمدرسة الابتدائية • والتقليد القديم الذى يتطلب أن يسـجل التلاميـذ فى كراساتهم لكل تجربة الموضـوع أو المواد المسـتخدمة ، والرسم ، والخطة ، والنتائج يعتبر تقليدا مميتا • وهو كفيل بأن يقضى علـى ماقد يكون لدى التلاميـذ من الميل الطبيعى نحـو اجراء التجارب ، وفى بعض الأحيـان قد يكون من المفيـد أن يسجل التلاميذ ، فى جمـلة أو جملتين ، النتائج الهامة للتجربة سـواء لاستخدامها فى المسـتقبل ، أو للتأكد من أن الأفكار قد اتضحت لدى التلاميذ ، واذا كانت التجربة تستغرق بضعة أيام فقد يكون من المفيـد أن يسجل التلاميذ ملاحظاتهم اليومية عن طريق الرسم أو بكتـابة فقرات موجزة ، والفكرة الأساسية هنا هى : « هل هنالك داع حقيقى لكتـابة أى شىء عن هـذه التجربة ؟ »

وسوف نكتفى بهذا القـدر عن التجريب بوصفه طريقة من طرق العمل فى العلوم وهـو طريقة هامة للتعلم • لكننا لا نستطيع أن نحقق امكانياته ، الا اذا استخدمناه طبقا للأهداف العامة التى تناولناها فى الفصل الثانى • وعندئذ فانه يجعل العمل فى العلوم أكثر اثارة للميل وأوسع معنى ، ويهيىء فرصا متعددة للتفكير والاستنتاج

وحل المشكلات والتخطيط والتنفيذ وتقويم الخطط ٠

ولا يستطيع هذا الكتاب أن يقدم موسوعة بالتجارب التى يمكن اجراؤها فى الفصول التالية ٠ لقد ذكر كثيرا من التجارب كما قدم كثيرا من المقترحات لمساعدة التلاميذ على ابتكار غيرها ٠ والنقط التسع السابقة تتجلى بوضوح فى الأمثلة التى سوف تجدها طوال الفصول المعنونة «ب» من الأجزاء : الثانى، والثالث، والرابع من الكتاب ٠ وكتب مبادىء العلوم تعد من المصادر الغنية بالتجارب ، كما يستطيع التلاميذ والمدرسون أن يفيدوا من كتب التجارب الواردة فى المراجع لاكمال التجارب الواردة فى هذا الكتاب ٠

القراءة للوصول إلى الإجابة

لا يستطيع الأطفال أن يتعلموا كل شىء عن طريق التجريب أو الخبرة المباشرة، بل لا يستطيع أى انسان أن يفعل ذلك ٠ اننا نتعلم أشياء كثيرة من قراءة الكتب المدرسية والكتب الاضافية، ومن قراءة النشرات والمجلات والصحف ٠ وقد نستنكر القراءة أحيانا كطريقة لدراسة العلوم ، لأنها غالبا مايعتمد عليها اعتمادا كبيرا الى الدرجة التى تتحول فيها دراسة العلوم الى مجرد مطالعة علمية ٠ وهذا النقد لا يوجه الى القراءة كطريقة للتعلم ، ولكن يوجه نحو الطريقة التى تستخدم بها القراءة فى دراسة العلوم ٠ وكثيرا مانسمع المشرفين الفنيين يقولون : « لا تستخدم كتب العلوم للمطالعة ! » فكيف اذن يمكن استخدامها؟ فلنحاول أن نرى كيف نستخدم كتاب العلوم بطريقة تتجنب هذا النقد ٠

فلنفترض أنه قد تم الاتفاق على موضوع الدراسة ، وأن تلاميذ أحد الفصول بالصف السادس سوف يدرسون الصوت مثلا ؛ فالمشكلة الكبرى هى : « كيف تحدث الأصوات وكيف نسيطر عليها ؟ » فاذا فرضنا أننا بدأنا هذه الدراسة بأن نقترح على التلاميذ أن يحضر كل منهم الى الفصل شيئا مما يحدث الصوت ٠ ولكى نزيد من شغفهم ، فاننا نستطيع أن نقترح عليهم بألا يخبر أحد منهم غيره بما سوف يحضره ، وبأن يحاول كل منهم أن يحضر شيئا لا يخطر ببال الآخرين ٠

وتمهيدا لحل هذه المشكلة لا شك أنك كمدرس ، قد قرأت بعناية القسم الخاص بهذا الموضوع فى الكتاب الذى يستخدمه التلاميذ ، وأنك قد قرأت الفصول ٢٢ « أ » ، «ب» من هذا الكتاب ، وأنك قد حاولت أن تبحث عن بعض المراجع الأخرى التى يمكن الحصول عليها ، وأنك قد حددت بعض الأماكن داخل المدرسة وفى الأماكن القريبة التى تصلح لتوضيح بعض المبادىء الخاصة بالصوت ، وجمعت قليلا من الأشياء التى تظن أن الأطفال لا يستطيعون أن يصلوا اليها بأنفسهم ٠

وفى اليوم التالى يأتى التلاميذ ومعهم الأشياء التى تصدر الصوت ٠ ثم تقترح عليهم أن يقوم كل منهم ، عندما يعرض زميله مصدر الصوت الذى أحضره ، بملاحظة مايأتى ملاحظة دقيقة :

١ ـ ماالذى يحدث الصوت ؟

٢ ـ كيف تختلف الأصوات بعضها عن بعض ٠

ثم يبدأ اصدار الأصوات ٠ فأحد التلاميذ قد أحضر (القيثارة) الكمنجة التى لديه وآخر أحضر الطبلة ، ثم استخدم كل منهما ماأحضره لاحداث الصوت ٠ أما تلميذتان أخريان فقد استخدمتا بعض خيوط المطاط بعد شدها ، ويقف تلميذ أمام زملائه ويصيح : « ها » ٠ وهكذا يتضح أن هنالك أمثلة عديدة أخرى لاحداث الصوت ٠ وبعد هذا العرض تقترح بأن يصغى الجميع اصغاء تاما لكى يتبينوا أى صوت من حولهم ٠ فيسمعوا دقات الساعة ، ويسمعوا صوت سيارة تقوم ، ثم يتغير صوتها بازدياد

سرعتها . وفى الجهة المقابلة من الشارع يسمع صوت مسمار يدق فى الخشب . ويدق الجرس فى مكان ما من المدرسة .

وبعد سماع كل صوت من هذه الأصوات يحاول التلاميذ أن يجيبوا عن السؤالين السابقين. انهم غير متأكدين تأكدا تاما مما يحدث هذه الأصوات . ولكنهم قد لاحظوا أن بعض الأصوات مرتفع . وبعضها هادىء . وبعضها حاد . وبعضها منخفض . وتدور مناقشة حول الأصوات التى أصدرها التلميذ الذى صاح أمام الفصل ويقترح المدرس أن يضع كل منهم يده على حنجرته فى أثناء الكلام . ويقول أحدهم : « انها تحدث حركة كأنها الرعشة » . ويقول آخر : « هذا هو مايحدث للكمنجة عندما أعزف عليها » . ولكن تبقى الاجابة على السؤال: ماالذى يحدث الصوت؟

ولعل الوقت المناسب لاستخدام القراءة يكون قد حان . فقد يقول أحدهم : « فلنرجع الى الكتاب » . ويجد التلاميذ فى الكتاب القسم الخاص بالصوت . كما يجدون على الصفحة الأولى صورة لتلاميذ يحدثون أصواتا كتلك التى كانوا هم أنفسهم يحدثونها . ويقرأ التلاميذ بعد ذلك محاولين أن يجدوا الاجابة عن سؤالهم . انهم يقرءون عن الذبذبات ويكتشفون تجربة يستطيعون اجراءها باستخدام الشوكة الرنانة ويقررون القيام بعمل التجربة التى على صفحة ١١ مثلا من كتابهم . ويحضر المدرس الشوكة الرنانة ويقرأ التلاميذ التعليمات ويقومون باجراء التجربة ويحسون الذبذبات التى تصدرها الشوكة الرنانة ... ويطلب من التلميذتين اللتين أحضرتا خيوط المطاط أن تعرضا على الفصل هذه الخيوط عند اصدارها للصوت مرة أخرى . فقد جاء بالكتاب أن خيوط المطاط بأحجامها المختلفة . يمكن استخدامها لاحداث الصوت . وبعد هذه التجربة يعود التلاميذ الى كتبهم وينتهون من قراءة مابها عن الذبذبات وكيف تحدث الأصوات . ثم ينتهون الى كتابة الجملة الآتية على السبورة « تحدث الأصوات نتيجة للتذبذب » .

والجزء الثانى من الكتاب يبين كيف تحدث الكائنات الحية الصوت . ويقرر التلاميذ أنه مادامت الأصوات تحدث نتيجة للتذبذب فان الصوت الذى حدث عندما صاح أحد التلاميذ لابد أن يكون قد حدث نتيجة للتذبذب . وهم يتساءلون : « ماذا يتذبذب وكيف تؤدى الذبذبة الى حدوث الصوت ؟ » ثم يقرءون لكى يصلوا الى اجابة لهذا السؤال . وتؤدى بهم القراءة الى أسئلة أخرى تتطلب الاجابة . وتدفعهم الى مزيد من الدراسة . وبتقدم الدراسة يقرأ التلاميذ . ويفحصون صورا فى كتبهم . ويبحثون عن كتب اضافية فى موضوع الصوت ويقومون باجراء التجارب الموجودة بالكتب . ويجرون غيرها من التجارب التى يبتكرونها بأنفسهم . ويفعلون غير ذلك لكى يصلوا الى الاجابات .

ويمكنك أن توازن بين الأسلوب السابق وبين الأسلوب الذى يبدأ بقول المدرس : « سنبدأ اليوم فى دراسة الصوت . افتحوا كتبكم على صفحة ١٨ مثلا واقرءوا الست الصفحات الأولى ثم أخبرونى ماذا قرأتم . » ان هذا الأسلوب من أساليب التدريس هو الذى يجعل الناس ينادون بعدم استخدام كتب العلوم على أنها كتب مطالعة . ويوصون بعدم الاسراف فى الاعتماد على القراءة العلمية وحدها . وهذا أيضا هو الأسلوب الذى يجعل الأطفال يكرهون العلوم أو يقولون انها ليست شائقة جدا .

فالقراءة اذن تعتبر من الوسائل الهامة التى ينبغى استخدامها فى دراسة العلوم ويمكن الافادة منها اذا تذكرنا ما يأتى :

١ — ينبغى أن تكون القراءة بغرض محدد — كأن تكون لاختبار النتائج التى وصل اليها التلاميذ . أو للاجابة عن سؤال . أو لحل مشكلة . أو للوصول الى مزيد من المعلومات

أو لمعرفة طريقة اجراء احدى التجارب ، أو لسبب آخر محدد ·

٢ - تزداد قيمة القراءة عند استخدام مراجع متعددة · وهذه المراجع يزكى بعضها بعضا وبهذه الطريقة يمكن أن يكتسب التلميذ مزيدا من المعلومات ، وأن يلاحظ وجهات نظر مختلفة ، وأنواعا متباينة من المعلومات· ومن الممكن أن تكون القراءة أحيانا المصدر الأساسى للخبرة الذى تنبثق منه أنواع أخرى من النشاط ·

٣ - فى دراسة العلوم تتهيأ للتلاميذ الفرصة لكى يدركوا بصورة.واضحة أن هناك فرقا حقيقيا بين المادة التى تقرأ للتسلية ، وتلك التى تقرأ لتحصيل المعلومات (اقرأ ما كتب عن الاتجاه العلمى من صفحة ١٧ الى صفحة ١٨) ·

٤ - يمكن أن يشترك كل من التلاميذ والمدرس فى اختيار المادة التى تقرأ · ومن الضرورى تعريف التلاميذ بكيفية استخدام قائمة محتويات الكتاب والفهرس وغيرها من الوسائل عند الرجوع الى الكتب فى موضوع معين · وقد يسجل التلاميذ بعض الملاحظات عما يقرءونه ، وقد يكون هذا من الأمور الأساسية فى القراءة التى يقوم بها التلاميذ فى العلوم لبحث موضوع معين · واختيار المادة التى تقرأ على مستويات مختلفة من الصعوبة يعد أمرا أساسيا اذا أردنا أن يكون للقراءة أهمية فى عملية التعلم ، وفى أى صف من الصفوف ليس من المتوقع أن يكون لدى جميع التلاميذ الاستعداد لقراءة كتاب العلوم المكتوب لهذا الصف ·

وكثيرا مايقال انه لكى يتعلم التلاميذ العلوم ويتم استمتاعهم بها وتكون وظيفية فى حياتهم ، فلابد أن نترك صفحات الكتاب وننتقل الى خبراتهم اليومية بطريقة فعالة · ان الكتب المدرسية وغيرها من الكتب تعد أساسية لارشاد التلاميذ . فالتلاميذ لايستطيعون أن يستخلصوا من التجارب أو الملاحظات أو المقابلات الشخصية كل مايحتاجون الى معرفته · والقراءة تمدهم بكثير من المعلومات التى يحتاجون اليها · ومع ذلك فانه لاينبغى أن نبالغ فى أهمية هذا المصدر من مصادر المعرفة بحيث لا يدع مكانا لغيره من وسائل التعلم التى قد تزيد عنه أهمية أو تساويه فى الأهمية · ووجهة النظر هذه لاتختلف عن وجهة نظرنا فيما يتعلق بدراسة أية مادة دراسية أخرى بالمدرسة الابتدائية · فاستخدامنا للقراءة كوسيلة لدراسة العلوم لايختلف عن طريقة استخدامنا لها فى دراسة المواد الاجتماعية مثلا · ونحن فى حاجة الى تنمية مزيد من المهارة لاستخدام الكتب عندما نحتاج الى مابها من المعلومات وتركها جانبا عندما نجد أن غيرها من أساليب الاكتشاف يفوقها ·

الملاحظة

اننا ننظر من حولنا ، ولكن كثيرين منا لايلاحظون أشياء كثيرة ، لأننا لانلاحظ بدقة أو لأننا لانهتم بما نرى · ونأمل أن تؤدى دراسة العلوم الى ازدياد مهارة البنات والبنين فى الملاحظة وفى التسجيل العلمى وفى تفسير ما يشاهدونه وفى الاهتمام بالنظر الى ماحولهم · والملاحظة ليست بطبيعة الحال مهارة منفصلة عن التجريب أو القراءة أو غيرها من طرق التعلم ، فالملاحظة التى تتميز بالحرص والدقة تعتبر جزءا أساسيا فى جميع أنواع النشاط التى يمارسها التلاميذ . وغالبا مانصف الملاحظ الجيد ، بأنه الشخص الذى تعلم استخدام حواسه لكى يحس ويرى ويسمع ويشم ويلمس بذكاء · فالأطفال يلمسون فراء أحد الحيوانات ، أو سطح بعض المواد ، وهم يرون السحب واختلاف أطوال الظل كلما تقدم النهار ، وهم يسمعون تغريد الطيور · واستخدام حواسهم بحرص يكسب تعلمهم حيوية أكثر · ويلاحظ الأطفال مايطرأ على البذور عند استنباتها ، ويلاحظون مايطرأ على بيض الضفادع عند فقسه ، ويرون مايحدث فى التجارب · واذا هيئت الفرص أمام التلاميذ فانهم يصيرون أكثر دقة فى الملاحظة كلما تقدموا فى دراسة العلوم ·

وفى الخريف حيث تظهر تغيرات واضحة فى الفصول غالبا مايصحب المدرسون تلاميذهم فى جولات لكى يلاحظوا • وهنالك اختلافات كبيرة فيما يحدث فى أثناء هذه الجولات : فبعضها قليل الفائدة والبعض الآخر ذو فائدة محققة فى توجيه أنظار التلاميذ • ومن المفيد أن نتذكر أن صغار الأطفال لا يستطيعون أن يلاحظوا من الأشـــياء المختلفة فى نفس الوقت مايستطيع أن يلاحظه من هم أكبر منهم ســـنا • لذلك فان تلاميذ الصف الثـالث يستطيعون أن يخرجوا فى جولة لملاحظة مايحـدث للنباتات وحدها عنـــدما يقبل فصـل الشتاء ، بينما يستطيع تلاميذ الصف الســادس أن يقوموا بملاحظة كل من النباتات والحيوانات •

ومن الممكن أن يتضاعف أثر الرحـــلة اذا خرج التلاميذ بقصد حل مشـــكلة معينة • وعلى ذلك فان تلاميـذ الصف الثـالث يستطيعون أن يخرجوا فى جولة لكى يكتشفوا : « ماذا يطرأ على النباتات عندما تتغير الفصول » • ولكى يشاهد التلاميذ التغيرات فانهم سوف يحتاجون بطبيعة الحال الى القيام بأكثر من رحلة ، ولابد أن يضعوا فى خطتهم القيام بعدد من الرحلات ، مع الملاحظة الدقيقة ، والتسجيل لملاحظاتهم لكى يرجعوا اليها فى المستقبل • فاذا فرضنا أنهم قاموا بالرحـلة الأولى فى الخريف ، فاننا نجد أنه فى بعض البلاد يمكن أن يشاهد التلاميذ بعض النباتات فى سبيل الموت ، وبعضها ينتج البذور ، وبعضـها يسقط أوراقه ، والبعض يحتفظ بأوراقه ، ولكن هـــذه الأوراق تكون بنية اللون ، وبعض النباتات ، مثل النباتات دائمة الخضرة ، لا يبدو أنها تتغير تغيرا ملحوظا •

ومن الممكن أن يحضر التلاميـــذ معهم الى الفصل الأشـياء الآتية لملاحظتها ملاحظة دقيقة : أنواعا عديدة من قرون البـذور (لفحصـها وعد البذور ومحاولة استنباتها) ، بعض العينات لبيان الطـرق المختلفـة التى تتبعها النبـاتات فى نشر بذورها ، بعض الأغصـــان من الأشجار (لمعرفة كيف تتكون البراعم وكيف تحمى أنفســـها فى فصل الشتاء) ، بعض النجيليات (لكى يروا أى الأجزاء يموت وأيها يبقى حيا ، ومن الممكن زراعة بعض الحشائش داخل المساكن لمعرفة هل ستنمو اذا رويت وبقيت تحت درجة حرارة الغرفة) ، بعض الأغصان من الأشجار التى لا تزال محتفظة باوراقها (لمشـــاهدة مواضـع اتصـال الأوراق بالأغصـان) ، بعض الأغصـان دائمة الاخضرار (لملاحظة أن بعض أوراقها الابرية حديثة وجديدة والبعض الآخر مسن) • ومن الممكن أن يستخدم الأطفـــال عدســـات مكبرة يحضرونها من المنزل لملاحظة البراعم والبذور مكبرة •

وبعد أن يقوم التلاميذ بملاحظاتهم الدقيقة فانهم قد يعدون معا تسجيلا يطلق عليـــه عادة « خريطة الخبرة » ، لكى يسجلوا فيها ملاحظاتهم • وهذه الخريطة بالاضافة الى المواد أو الأشياء التى لاحظوها سوف تحفظ للاستفادة منها فيما بعد •

وبعد شهر يقـوم التلاميذ بنفس الرحـــلة لملاحظة نفس النباتات ولكى يجمعوا مزيدا من البيانات عن التغيرات التى تطرأ على النباتات مع تغير الفصول • ثم يعمل تسجيل آخر ويحفظ مع المواد التى جمعها التلاميذ •

ويقوم التلاميذ فى أثناء الســنة الدراسية بخمس رحلات أو ست ، تهدف كل منها الى نفس الغرض • وتحفظ التسجيلات • وفى شهر مايو يعد التلاميذ الخريطة الأخيرة ويفحصون جميـــع تسجيلاتهم السابقة • وعندئذ يكونون مستعدين لتقديم اجابة وافيـــة لمشكلتهم الأســاسية التى يدرسونها •

انهم يبـدءون فى ادراك أهميـــة امتـداد الملاحظة على فترة طويلة من الزمن طولا كافيا قبل أن يصلوا الى النتائج • وهم يتعلمون أن ينظروا بعنـاية لكى يتأكدوا من دقة مايسجلونه • وهم أيضـــا يدركون الســـبب الذى من أجله يجب الاحتفاظ بتسجيلات دقيقة •

ويمكنك أن توازن بين هذا الأسلوب والأسلوب المعتاد الذى تلصق فيه الأوراق على خريطة عنوانها « أوراقنا » أو جمع عينات من طرق انتشار البذور وتسميتها «البذور المسافرة».

أن الملاحظة الدقيقة هى التى تهيىء للتلاميذ مزيدا من المعرفة بالأشياء التى تحدث من حولهم. فالنظر خلال عدسة مكبرة الى بيض احدى القواقع وهى تفقس على جدران الحوض المائى ، أو مشاهدة لسان احدى القواقع وهو يلعق زجاج الحوض بحثا عن الغذاء ، يعتبر خبرة شائقة الى أقصى الحدود • ان الملاحظة تعد جزءا من طريقة الاكتشاف • وبغير الملاحظات الدقيقة تصير التجارب والرحلات والوسائل البصرية قليلة الفائدة • كما أن الانسان يستطيع أن يتعلم الكثير من كل مايحيط به اذا استطاع أن يكتسب مهارة فى الملاحظة •

الرحلات

استمع أحد مدرسى العلوم مصادفة الى هذا الحوار الشائق بين تلميذين كانا يتحدثان قبل بدء اليوم المدرسى • قال أحدهما لزميله : « أستحلفك بالله ألا توجه هذا السؤال الى مدرسنا والا فاننا سنضطر جميعا للذهاب الى المتحف لكى نحصل على الاجابة » • لقد كان لدى هذا المدرس ولع شديد بفكرة القيام بالرحلات الى المتحف • ولكن لا شك فى أن هذا الموقف يعتبر موقفا شاذا الى حد كبير ، فمما لا شك فيه أننا نكاد نكون متفقين جميعا على أننا لا نقوم بواجبنا كاملا فيما يتصل برحلات المشاهدة •

ففى كل بيئة ــ وسوف نتناول بالتفصيل فيما بعد استغلال ثروات البيئة ــ توجد أماكن جديدة تساعد مشاهدتها على جعل دراسة العلوم ذات مغزى أعمق •

وينبغى ألا يقوم التلاميذ برحلة الا اذا كان هنالك داع حقيقى للقيام بهذه الرحلة • وينبغى ألا يكون هذا الداعى سرا بالنسبة لأى شخص • فالرحلات الى حديقة الحيوان ، والمتحف ، والبيوت الزجاجية لتربية النباتات ، ومحطة تنقية المياه ، وأحد المبانى الجديدة فى أثناء بنائها ، والمتنزه ، وأمثالها من الأماكن تعتبر من الأمور الضرورية لكى يزيد مايحصل عليه التلاميذ من المعانى عند دراستهم للعلوم • انها مصادر يمكن استخدامها فى حل المشكلات • ولكن القيام برحلة مع مجموعة من تلاميذ الصف الرابع قد يسبب الصداع للمدرس ، وتصير الرحلة عديمة الجدوى بالنسبة للأطفال ، الا اذا راعينا ما يأتى :

١ ــ تأكد أن هنالك داعيا حقيقيا للقيام بالرحلة. فاذا كان التلاميذ يشعرون بالحاجة الى الحصول على اجابات لبعض الأسئلة أو المشكلات ، فانه ينبغى أن تكون هذه الأسئلة واضحة أمام كل منهم ، بحيث يعرف كل تلميذ ماذا يبحث عنه • ومهما يكن الداعى الى الرحلة فانه يجب أن يكون واضحا أمام الجميع •

٢ ــ ان التخطيط للرحلة لا يقل أهمية عن القيام بالرحلة • فيجب أن يكون هنالك تخطيط للأمان والمواصلات والارشاد عن الطريق وجدول للتوقيت ، وتسجيل الملاحظات ، وغير ذلك من التفاصيل •

٣ ــ فى كثير من الحالات يستطيع المدرس مع جماعة من التلاميذ أن يقوموا برحلة أولية لكى يستطلعوا مدى مناسبة المكان ويعدوا دليلا يوافق رغبات التلاميذ ويقوموا بغير ذلك من الترتيبات الضرورية • والذى لا شك فيه أن المدرس يجب أن يقوم هو أولا بهذه الرحلة المبدئية •

٤ ــ ينبغى أن تسبق الرحلة مناقشة جماعية حول الأخلاق وآداب السلوك فى أثناء الرحلة • فالعلاقات الاجتماعية توضع على

محك الاختبار كلما غادر الأطفال المدرسة للقيام باحدى الزيارات . ولا شك أن سلوك عصبة من الشبان المهرجين سوف يكون له أثر سيىء على فكرة الناس عن المدرسة . والكبار المسئولون عن مساعدة الأطفال فى أثناء الرحلة لهم العذر اذا تطلبوا من التلاميذ الانتباه الى مايشاهدونه والاهتمام به . ولذلك فان التلاميذ الذين لم يعتادوا القيام بمثل هذه الرحلات يحتاجون الى أن تحدد أمامهم بعض المستويات السلوكية للتأكد من أن الرحلة قد حققت الفائدة المرجوة . وليس معنى ذلك أن يكون النظام على درجة من الجمود تفسد جو الرحلة ، ولكنه يعنى السلوك المعتدل الذى يفكر التلاميذ أنفسهم فيه .

- **ينبغى أن تكون الرحلة جزءا متكاملا مع العمل المدرسى الذى يتم فى المدرسة وليست مجرد نشاط غير هادف يقوم به التلاميذ .**

٦ – **قد يكلف الأفراد وبعض الجماعات الصغيرة بالملاحظة أو الاصغاء الى بعض الأشياء وتقديم تقرير عنها الى زملائهم فى الفصل. فالمسئولية المحددة التى من هذا النوع تؤدى دائما الى نتائج طيبة .**

٧ – **لا تدفع بالتلاميذ الى مالا طاقة لهم به ، أو تكلفهم بأن يشاهدوا أكثر مما يستطيعون مشاهدته فى وقت واحد . فقد يدفعنا اهتمامنا بجعل التلاميذ يعملون معا الى أن تنسى فى بعض الأحيان أن للأطفال فرديتهم وأنهم لا يستطيعون أن يستجيبوا بنفس السرعة ، أو أن تستثار ميولهم الى نفس الأشياء فى نفس الوقت . والرحلة المتسرعة التى تحاول ان تجعل التلاميذ يرون أكثر من اللازم قد تكون نتائجها غير مرضية وكما لو لم يقم التلاميذ بالرحلة اطلاقا .**

٨ – **ان النتائج الهامة للرحلة تتحقق فى أثناء** مناقشات المتابعة وفى أثناء تسجيل المعلومات . وعلى ذلك فان التسجيل الدقيق لكل ماشاهده التلاميذ يعد أمرا ضروريا . وخير مجال لتطبيق المعلومات بالنسبة للمشكلات والأسئلة المحددة يتم داخل الفصل بعد العودة .

فالخروج للمشاهدة يعد بذلك جزءا هاما من أى برنامج ناجح لتدريس العلوم . وهو أحد أساليب التعليم التى تكمن فيها القدرة على اتاحة أكبر قسط من المتعة والتحصيل . وعندما يعمل المدرسون والتلاميذ والكبار معا فى مكان الزيارة ، فيقومون بالتخطيط والتنفيذ ، فان ذلك يكون جديرا بتحقيق النتائج التى نأمل فى تحقيقها . وتحتوى الفصول المعنونة «ب» من الأجزاء الثانى والثالث والرابع من هذا الكتاب على مقترحات محددة للقيام برحلات لأغراض خاصة .

الوســـائل البصرية

« قد تساوى الصورة الواحدة ألف كلمة ، ولكن الكلمة لابد منها لوضع هذا التعبير » ان الوسائل البصرية كالصور المتحركة والأفلام الثابتة والصور الثابتة والنماذج وغيرها تعد من أكثر الوسائل التعليمية التى نستخدمها فائدة ، ولكنها لا تحقق فائدتها فى التعليم دون تخطيط ذكى وحسن استخدام . وكثير من أنواع التعليم السيىء يتم تحت اسم عرض بعض الأفلام على التلاميذ .

وقبل أن نتعمق فى مناقشة الوسائل البصرية واستخدامها ينبغى أن نفهمها أولا . لقد قمنا حديثا بزيارة أحد فصول الصف الخامس ووجدنا أنه يحتوى على المواد الآتية التى كانت تستخدم عادة بطريقة ما : خريطة للتسجيلات الجوية على احدى لوحات العرض ، وبعض الرسومات التى رسمها التلاميذ للمناقير المختلفة للطيور وقد وضعت على لوحة أخرى ، ورسم على

السبورة عنوانه : « قبل وبعد » . يوضح بعض الأجهزة العلمية فى احدى التجارب التى أجريت لاثبات أن الهواء له وزن . وكان هناك مجموعة من الأجهزة فى أحد الدواليب وقد قام بصنع هذه الأجهزة مجموعة من الأطفال الذين يدرسون الكهربا . وهى تحتوى على بعض الأعمدة الجافة والأسلاك وجرس كهربى وجهاز كهربى قديم لتسخين الخبز . وبعض المصابيح الكهربية الشفافة . وبعض كتب العلوم على الرفوف . ومجموعة من النباتات . وحوض لتربية الأحياء المائية وقد وضعت على قاعدة احدى النوافذ • فهل تعتبر جميع هذه الأشياء وسائل بصرية ؟ ان بعض الناس سوف لا يقولون اجابة عن هذا السؤال : « نعم » فحسب . ولكنهم يعتبرون أن المبنى المدرسى ذاته يعتبر من الوسائل البصرية • أما الأشخاص الذين يخالفونهم فى الرأى فيعتبرون أن الوسائل البصرية تقتصر أساسا على الصور المتحركة والأفلام الثابتة •

اننا جميعا متفقون على أن نجاحنا فى التدريس يزداد بصورة كبيرة اذا كنا نستطيع أن نجعل الأفكار مجسمة وذات معنى • ولابد أنه قد مرت بنا جميعا مواقف من النوع الذى نسأل فيه أحد الأشخاص سؤالا لكى يوضح لنا أمرا من الأمور فيستعين بالرسم لتوضيح الشرح توضيحا كافيا . حتى اذا ماانتهى من شرحه وتوضيحه نجد أننا قد فهمنا الموضوع فهما تاما • ولا شك أننا مررنا أيضا بخبرة قراءة أحد الكتب وتعثرنا فى فهم الشرح اللفظى . وحتى عثرنا على رسم أو صورة أو خريطة لتوضيح الفكرة . فأدى ذلك الى فهمنا للموضوع فهما تاما •

اذا نظرت الى المادة البصرية من حيث الوظيفة التى تؤديها فى هذين الموقفين . فربما يساعدك ذلك على فهم هذا القسم من الكتاب • فعندما نستخدم . كمدرسين . السبورة لكى نجعل التلاميذ يدركون بوضوح مانعنيه . ونساعدهم على اجراء التجارب الكشفية . ونعينهم على دراسة احدى الصور عند الرد على أسئلتهم . فاننا نستخدم وسائل بصرية • ولا يهم بعد ذلك أن نطلق أو لا نطلق عليها هذا الاسم . وانما المهم هو أن ندرك ما تستطيع هذه الوسائل أن تؤديه . وأن نكتسب مزيدا من المهارة فى طرق استخدامها •

ونستطيع أن ننظر الى كثير من المادة التى ذكرناها عند تناول الرحلات . واجراء التجارب وعمل أجهزة التجارب . وأمثالها من موضوعات هذا الكتاب على أنها تقع تحت عنوان « استخدام الوسائل البصرية » • فاذا ذهبنا بعيدا فى هذا الاتجاه فاننا نستطيع أن نجعل المادة الخاصة بالوسائل البصرية وكثيرا من الموضوعات المماثلة تدخل تحت عنوان « التعليم الجيد » • فهذا فى الواقع هو الغاية التى نسعى اليها . والمادة الخاصة بالوسائل البصرية تعتبر جزءا لايتجزأ من طريقة تدريس العلوم • والوسائل البصرية والسمعية تعتبر من ضروريات التعليم مهما اتسعت وضاقت تعريفاتنا لهذه المسميات • والأشياء التى وصفناها فى أحد فصول الصف الخامس تعد أمثلة لتنوع المواد التى نستطيع استخدامها لكى نزيد من متعة الخبرات التعليمية . ولكى تساعد التلاميذ فى الوقت ذاته على تصور الأفكار وفهمها جيدا •

فلنبدأ معالجتنا للوسائل البصرية بأن نتدبر بايجاز كيف نستخدم السبورة لكى تكون عونا على التعلم • وهذه بداية طيبة لأنها تتصل بخبرة كل مدرس • ولكننا كثيرا ما نتجاهل ما يمكن أن تؤديه السبورة من فوائد كشأننا مع كثير من الأشياء التى نغفلها برغم وضوحها وسهولة الحصول عليها • فالرسم الكبير الذى يوضح احدى الأفكار ــ مثل طريقة وضع أجزاء البذرة بالنسبة لبعضها البعض وسيلة تعليمية ناجحة • ويساعد استخدام الطباشير الملون على جعل الأفكار أشد وضوحا • فالرسوم الكبيرة التى ترسم بالطباشير تساعد جميع الأطفال الذين تتألف منهم احدى المجموعات على تركيز انتباههم على نفس المكان فى أثناء مناقشة مشكلة من المشكلات •

وليس استخدام السبورة مقصوراً على المدرسين ، اذ ينبغى تشجيع التلاميذ على استخدام السبورة استخداما واسعا لتوضيح أفكارهم • فهم عندما يفعلون ذلك غالبـا مايجدون أن أفكارهم ليست واضحة وضوحا تاما أو ربما يجدونها غير دقيقة ، ويكتشفون تبعا لذلك أهميـــة الملاحظة الدقيقة والقراءة الباحثة • لذلك ينبغى أيضـا الاهتمام بطريقة استخدام السبورة استخداما فعالا •

وبرغم أن المقترحات التالية قد تبدو واضحة بالنســـبة لبعض القراء ، فان ملاحظة الطريقة المعتادة لاستخدام السبورة تدل على أهمية هذه المقترحات وهى :

١ ـ اجعل الرسوم التخطيطية وغيرها من وسائل الايضاح كبيرة بحيث يمــكن أن يشاهدها جميع التلاميذ ، واجعل البيانات وغيرها مما يكتب أنيقة وسهلة القراءة •

٢ ـ أجلس التلاميذ حيث يستطيعون مشـــاهدة السـبورة، ولا تجعل الســبورة مزدحمة بكثير من المادة •

٣ ـ نظم العرض حتى يمكن تتبعه بسهولة •

٤ ـ استخدم الطباشير الملون حيث تظهر الحاجة الى استخدامه لأنه يساعد على سهولة الفهم.

٥ ـ ابدأ بسبورة نظيفة •

٦ ـ اســتخدم المســـاطر وغـيرها من الأدوات المساعدة للحصول على نتيجة واضحة سهلة الفهم •

وهذهالمعالجة لاستخدام السبورة تبرز بعض الأشياء التى يمكن أن نفكر فيها عندما نحاول أن نعرف الى أى مدى نحسن استخدام هذه الوسيلة التعليمية الشـــائعة • فلنحاول الآن أن نوجـه اهتماماتنا الى بعض الوسائل البصرية التى ربما تكون أقل شـيوعا ولكنها على جانب كبـــير من الأهميـــة ، ألا وهى الصـــور المتحركة والأفلام الثابتة ، واليك بعض النقاط التى تســـاعد على

زيادة فاعلية الصور المتحركة والأفلام الثابتة :

١ ـ تخير الفيــلم بعناية كما لو كنت تتخير كتابا ؛ فالأطفال لا يستطيعون فهم الفيلم الذى يكون بالغ الصـعوبة بأكثر ممـا يستطيعون فهم أحد الكتب الصعبة ، وأى فيــلم مما يعد متناسـبا لكل من تلاميذ المدرســة الثانوية ، والابتدائيـة ، جدير ألا يحقق أية فائدة لتلاميذ هــذا المستوى أو ذلك ، الا اذا كان يتناول موضوعا عاما غير فنى نسبيا ، مثل الحيــاة فى مستعمرة الدببة •

٢ ـ ينبغى أن يكون الفيلم الذى تختاره بحيث يعالج المشـــكلة أو المشــكلات التى هى موضـوع الدراســة ، بصـورة مباشرة • ولا تستطيع دائما أن تستوثق بذلك لمجرد قراءة العنوان •

٣ ـ ينبغى أن تستعرض الأفلام قبل عرضها على التلاميذ • ويقوم بهذا العمل المدرس ، واذا أمكن أن يشترك معه مجموعة من التلاميذ فان هــذا يكون أفضـــل • فلا شك أن استعراض الفيلم مقدما يعد أمرا أســاسيا اذا كان يراد الاستفادة منه • فعلى أساس هذا الاستعراض يمكن الاستعداد لاستعمال الفيلم استعدادا مناسبا • وكثير من الأفلام يصحبها مرشد للمدرس • وهــذا المرشـد يحتوى فى معظم الأحيـــان على مقترحات رائعة لاستخدام الفيـلم ، وقد يتضـمن مقتـرحات بمزيد من أنواع النشـــاط التعليمية الهامة •

٤ ـ ينبغى أن يعد التلاميذ لمشاهدة الفيـــلم • فهنالك بطبيعة الحال أسباب متعددة تدعو الى مشـــاهدة الصور المتحركة أو الأفلام الثابتة • وفى العلوم يكون السبب الرئيسى هو المساعدة فى الوصول الى حل لاحـــدى المشـــكلات أو لمجموعة منها • وقد تكون

المشكلة متعلقة بطريقة عمل الأشياء (الآلات) ، أو كيف تحدث عملية من العمليات (التعرية) ، أو كيف نقوم بعمل من الأعمال (انشاء محطة تقوية) ، أو معرفة كيف ينمو أحد الكائنات الحية (استنبات البذور) ومن الطبيعي أن الاعداد اللازم يتوقف على الغرض الذى يشاهد الفيلم من أجله • فاذا كان الغرض على سبيل المثال، هو اجابة عدد من الأسئلة عن طريقة عمل الآلات البسيطة ، فان الاعداد قد يتطلب تنظيم المشكلات والأسئلة بنفس التتابع التى تظهر به فى الفيلم ، مع الاشارة الى أى مصطلح جديد ، ولفت الأنظار الى النقاط الصعبة التى قد تحتاج الى شرح مقدما ، واقتراح بعض الأفكار الجديدة التى يقدمها الفيلم ، مما لا يكون التلاميذ قد فكروا فيه من قبل ، وغير ذلك من الوسائل التى تمهد السبيل للاصغاء الجيد والمشاهدة الجيدة • فاذا لم يكن هنالك وقت يسمح باستعراض الفيلم مقدما ، وتهيئة الدارسين لمشاهدته ، فلا تستخدمه حتى يتهيأ الوقت •

٥ ـ مما يتصل بما سبق اتصالا وثيقا ، أنه ينبغى أن تكون هنالك دواع حقيقية لاستخدام الفيلم • فمجرد وجود احد الأفلام عن « سور الصين العظيم » بالمدرسة لا يعد مبررا كافيا لأن يترك المدرس الموضوع الذى يدرسه التلاميذ عن أساليب الارتفاع بمستوى البيئة ، لكى يعرض هذا الفيلم عليهم ، ان الأفلام تعرض فى دراسة العلوم لأنها تكون غالبا من أنجح الوسائل التى تساعد على تحقيق الأهداف • فهى تستطيع أن تعرض الأشياء فى أثناء عملها وتوضح تتابع الحوادث وتعين على فهم احدى الأفكار الصعبة ، وبعبارة موجزة تعمل على تحسين عملية التعلم •

٦ ـ ينبغى ألا تختار المدرسة الأفلام التى تقوم بشرائها أو استئجارها الا على أساس أنها تتفق مع المنهج ، وليس على أى أساس آخر • كما يجب أن تكون الأفلام فى متناول الأيدى ، وأن تكون الآلات المستخدمة لعرضها قد اختبرت من قبل . وهنالك كثير مما يمكن أن يقال عن طريقة تنظيم مكتبة الأفلام مما لا يتسع له هذا المقام • انظر (قائمة المراجع) •

٧ ـ اذا كان الفيلم مناسبا ، فقد يحسن عرضه أكثر من مرة • واذا كان طويلا أكثر من اللازم ، فمن الممكن عرضه على أجزاء ، مع القيام بمناقشة فى نهاية كل جزء • ويمكن أن يكون مدى انتباه الأطفال للفيلم رائدنا فى تحديد الطول المناسب لكل جزء •

٨ ـ تعتبر المناقشة التى تعقب عرض الفيلم ، كالمناقشة التى تعقب الرحلة ، أهم جزء فى استخدام الفيلم • وهى تدور حول الأشياء التى حددت للبحث قبل العرض • وعلى أساس نتائج هذه المناقشة نستطيع أن نقرر هل كنا نحتاج الى عرض الفيلم مرة أخرى أم لا نحتاج الى ذلك •

اننا لم نعالج فيما سبق الا النقاط الأساسية التى ينبغى مراعاتها عند استخدام الصور المتحركة أو الأفلام الثابتة • وهنالك معالجة واسعة لاستخدام هذه الوسائل وغيرها فى كتاب ادجار ديل عن استخدام الوسائل السمعية والبصرية فى التدريس (١) ، فاذا أحسن استخدام الأفلام فانها تستطيع أن يكون لها دور كبير فى برنامج العلوم فى المدرسة الابتدائية • وليس من اليسير أن يحقق مقرر العلوم رسالته دون استخدام الصور المتحركة والثابتة التى يمكن أن تتحسن نتائج استخدامها بصورة كبيرة اذا روعيت المقترحات القليلة البسيطة السابقة • ومن الأهمية بمكان أن يدرك الأطفال أن الأفلام

---

(١) Edgar Dale, Audio-Visual Methods in Teaching (rev. ed.. New York : The Dryden Press, 1954).

التى تعالج موضوعات العـــلوم ، انما تستخدم لأغراض معينة ، كما فى حالة التجارب تماما • ومن الممكن أن يتحقق ذلك دون أن ينتقص من الاستمتاع بالأفلام ، عن طريق التخطيط الدقيق الذى يشترك فيه التلاميذ والمدرس •

والفيلم الثابت هو مجموعة من الصور على جزء من الفيلم • وتعرض هذه الصور عادة بتتابع خاص بحيث يظهر مابينها من علاقة • ولهـــذه الأفلام بعض المزايا على الصور المتحركة ، كمـا أن لها بعض العيوب • فجهاز العرض فى حالة قطاعات الأفلام الثابتة سهل التشغيل ، كما أن هذه الأفلام غير باهظة الثمن ، ومن الممكن أن تقوم بنفسك باعدادها •

ولما كانت هذه الأفلام تعرض الصور بتتابع معين ، فانه قد يكون من عيوبها أن هـذا التتابع ربما يكون غير مناسب • وتجد مناقشة مستفيضة لهذه الأفلام فى كتاب ديل الذى أشرنا اليه وكثير من المراجع الأخرى •

والصورة الثابتة التى تروى قصة فى العلوم ، يستخدمها كثير من المدرسين بنجاح • ويمـــكن الحصول على هذه الصور من المجلات والصحف ، كما يمكن لصقها وترقيمها لكى يسهل استخدامها على الفور • فالأعداد القديمة مثلا للمجلة الجغرافية القومية National Geographic Magazine تعتبر من أحســـن مايمـــكن استخدامه لتعرف الحشرات والطيور وغيرها من الحيوانات والصخور والمعادن • ومجلة الطبيعة Nature Magazine وكذلك مجلة الحياة Life تعتبران من المصادر الجديدة أيضا . ولابد أن تكون الصور التى تجمع ، ذات صلة بمنهج العـــلوم كما قلنا من قبل • وتظهر أهمية الصور الثابتة عندما يدرس التلاميذ فى العـــلوم أسئلة مثل : كيف تتغير النباتات والحيوانات فى أثنـــاء نموها ؟ كيف وأين تبنى الحيـــوانات بيوتها ؟ كيف تقسم النبـــاتات والحيوانات ؟ كيف تنفع الحيوانات والنباتات أو تضر بعضها بعضا ؟ كيف نستخدم الآلات لأداء الأعمـــال ؟ كيف تؤثر التغيرات الكيمـــوية فى حياتنا ؟ ومن الممكن أن تستطيل هـــذه القائمة . ولكنها توضح أن الصور يمكن أن تكون عظيمة الفائدة اذا نظمت بحيث تقدم الاجابة عن أسئلة معينة • ويستطيع التلاميذ والمدرسون أن يقوموا بجمع مجموعة قيمة من الصـــور بثمن زهيد • وتنظيم الصور تنظيما عموديا فى « الألبومات » ، بحيث تكون جميع الصور فى وضع قائم ، يعتبر أمرا ضروريا لكى يجعل الصور سهلة التناول بالنسبة لكل من المدرس والتلميذ ، وتحتفظ كثير من المدارس بسجل رئيسى لجميع الصـــور التى يتعاون كثير من المدرسين فى تجميعها •

ولما كان هنالك عدد كبير من الصور الثابتة التى يمكن الحصول عليها فمن الخير أن نقرر أى الصـــور تستحق أن يحتفظ بها للرجـــوع اليها مستقبلا • ويعطينا ديل المعايير الآتية للحكم على الصورة الثابتة :

هل تساعد على تحقيق أهدافى من الدرس ؟

هل تعطى الصـــورة فـــكرة دقيقة مطابقـــة للواقع بوجه عام ؟

هل تعطى الصـــورة فكرة دقيقة عن الحجم النسبى ؟

هل تضيف الصـــورة جـــديدا الى معلومات التلاميذ ؟

هل تثير الصورة الخيال ؟

هل تعد الصورة جيدة من الوجهة العملية والفنية ؟

هل تركز الصـــورة الاهتمام على فـــكرة أساسية واحدة ؟

هل تحتوى الصـــورة على قدر مناسب من التفاصيل ؟

والخرائط التى يمكن شراؤها لكى تستخدم فى تدريس العلوم فى المدرســـة الابتدائية تكون غالبا غاليـــة الثمن ، وقلما تستحق فى الغالب

ثمنها • والخرائط التى يصنعها التلاميذ بأنفسهم أكثر صلاحية منها • فمن ذلك مثلا الخرائط التى يعدها التلاميذ لكى توضح أى الحيوانات ينتسب الى الثدييات والطيور والبرمائيات والزواحف والأسماك • فهذه الخرائط تكون فى الغالب شائقة جدا . وكذلك الحال فيما يعمله التلاميذ من الخرائط التى تقوم على مثل هذه الأفكار تحقيقا لأغراضهم •

ويمكن أن يقال مثل ذلك عن النماذج ذات الأثمان الباهظة ؛ فنحن مثلا لا تهمنا فى المدرسة الابتدائية دراسة تفاصيل أجزاء الزهرة ، أو أذن الانسان • وعلى ذلك فان النماذج التى تتكلف ثمنا باهظا ليس لها مكان • والنماذج التى يعملها التلاميذ تكفى غالبا لتحقيق الأغراض المطلوبة ؛ فمثلا نموذج المجموعة الشمسية الذى يوضح الأحجام والمسافات النسبية قد يؤدى الى قراءة جديدة ، وقياس دقيق ، ومناقشة مفيدة ، قبل أن يمكن اتمامه بنجاح • وعمل الوسيلة البصرية يعد فى هذه الحالة نشاطا غرضيا • فالنموذج الناتج مفيد ، وكذلك طريقة انتاجه •

وهنالك أمثلة متعددة أخرى لعمل النماذج وتركيبها بحيث تحقق نشاطا قيما فى دروس العلوم بالمدرسة الابتدائية •

الراديو والتسجيلات والتليفزيون

يعتبر الراديو والتسجيلات من الوسائل السمعية التى لا يعرف بعد طرق تحقيق فوائدها الى أقصى حد فى تدريس العلوم الابتدائية • وقد درجت بعض المدارس على استخدام الراديو منذ زمن ، كجزء أساسى من برنامج تدريس العلوم • فالدروس تذاع للاستفادة منها داخل الفصول • ويسبق أذاعة الدرس توجيه بعض الملاحظات حتى يمكن تجميع المواد المختلفة اللازمة • وتستخدم هذه الاذاعات لتقديم احدى المشكلات ، ثم تقوم الفصول المختلفة بالبحث عن حلها كل بحسب سرعته الخاصة وتبعا لطريقته الخاصة •

والاذاعات الموجهة للجمهور تحتوى فى الغالب على برامج ذات طابع علمى مما يمكن استخدامه فى المدرسة الابتدائية • ويمكن أن تحاط المدارس علما بهذه الاذاعات قبل مواعيدها وهو أمر ضرورى لتحقيق الفائدة المرجوة منها •

والاذاعات ، كالأفلام وغيرها من الوسائل التعليمية ، ينبغى أن تكون جزءا من النشاط العلمى المعتاد • فينبغى أن يكون الاصغاء مرتبطا بمنهج العلوم • فاذا أمكن الحصول مقدما على مذكرة ووصف لهذه البرامج فانه من الممكن العمل على ربط الدراسة بها • ومن الممكن أن يوجه التلاميذ نحو الاصغاء الى الأفكار التى تساعدهم على حل بعض المشكلات العلمية التى يعالجونها . قد يحدث أحيانا أن يتسرب طيف من عدم الدقة الى هذه الاذاعات العلمية ، وبخاصة عندما تكون هنالك محاولة لتمثيل حياة أحد رجال العلوم أو لتقديم الحقائق العلمية فى ثوب قصصى• ومناقشة النقاط التى تتسم بعدم الدقة يمكن أن تصير جزءا هاما من الاصغاء لهذه البرامج ، وهذا يدفع بنا نحو فكرة مشابهة.فكلنا نعلم أن كثيرا من المعلنين يستخدمون ادعاءات غير علمية لترويج منتجاتهم ، وفى بعض الأحيان ، قد تبلغ هذه الادعاءات حد السخافة • ومن الممكن أن يتعرف حتى صغار الأطفال على بعض الكلمات والعبارات المبالغ فيها التى تصف هذه المنتجات وتنسب اليها المعجزات.

ونعتقد أن هذا الأمر ضرورى وبخاصة فى هذه الأيام التى ينمو فيها الأطفال لكى يسمعوا ويروا (فى التليفزيون) كميات كبيرة من الاعلانات •

أما التسجيلات فانها لم تستخدم استخداما واسعا فى تدريس العلوم فى المدرسة الابتدائية . وهنالك تسجيلات لأصوات الطيور ، وكثيرا

ماستخدمت هذه التسجيلات لكى تساعد التلاميذ على معرفة هذه الأصوات • وفى بعض الأحيان يمـــكن الحصـــول من محطات الاذاعة على بعض التسجيلات الاذاعيـــة لاســـتخدامها فى دروس العلوم • ولهذه التسجيلات فائدتها ، اذ يمـــكن الاستماع اليها عند الحاجة •

ومنذ أن أصبح التليفزيون احدى الأدوات الهامة للتسلية والتربيـة ، فانه يلقى مزيدا من العناية كجزء من البرنامج المدرسى • ولمـــا كان عدد المدارس التى تستخدم برامج اذاعية خاصة بها ضئيلا نسبيا ، فاننا سوف لا نتناولها هنا • ومع ذلك فان هنالك عددا وفيرا من برامج العلوم التى تذاع من المحطات المحلية أو المحطات الكبرى مما يمكن الاستفادة منه فى المدارس •

فتلك البرامج يمكن استخدامها بنجاح كبير كجزء من البـرامج التثقيفيـة فى العـــلوم اذا اعتبرناها ضمن نشاط خارج المدرسة •

والمقترحات العامة التالية يمكن أن تساعد المدرس على تحقيق فائدة أكبر من هذه البرامج :

١ ـ فى بداية السنة المدرسية يستطيع المدرس والتلاميذ أن يبذلوا جهودا خاصة ليحصلوا على برامج الاذاعات العلمية التى تذاع محليا ويعرفوا التـــاريخ والوقت المخصص لكل منها •

٢ ـ ينبغى كلما أمكن أن تجهز مقدما المعلومات المتصلة بالموضوعات التى سوف تذاع بحيث يتيسر الانتفاع بها •

٣ ـ المقترحات الخاصة لمشاهدة البرامج يمـــكن أن يشترك فى تقديمها التلاميذ والمدرسون •

٤ ـ الترتيبات اللازمة للتعليق على هذه البرامج وتحديد أنواع النشاط التى يمكن متابعتها، يمكن أيضا عملها •

٥ ـ من الممكن أن تثير الموضوعات التى يقدمها التليفزيون بعض المناقشات داخل الفصل وتساعد على تكوين جماعات خاصة لمواصلة بحث هذه الموضوعات خارج الفصل •وهذه الخطة ســـوف تكون فى الغـــالب ضرورية للاستفادة مما تثيره هذه البرامج من الأفكار والحوافز ، دون مقاطعتها أو تعطيلها •

لا شك أن معـــالجتنا للوســـــائل البصرية والسمعية فى تدريس العلوم تعتبر بالغة الايجاز. والغرض هنا هو تركيز الانتباه على المبدأ الأساسى الذى مؤداه أن الاستخدام الصالح لأى من هـــذه الوسائل التعليمية فى العلوم يحتاج الى اعـــداد دقيق ، والى أن تكون الوسيلة جزءا متكاملا مع البرنامج العلمى • كما نحب أن نشير أيضا الى أهمية اتاحة الفرصة أمام التلاميذ للاشتراك فى التخطيط لاستخدام الوسيلة ، وجعلهم يساعدون فى انتاج مثل هـــذه المواد كلما تبين لنا فائدة ذلك •

ولقد حاولنا فى هذا الفصل أن نبين بعض الطرق التى يتعلم بها الأطفال العلوم ، وأن نعطى بعض التوجيهات عن أفضل الطرق لاســـتخدام هذه الأساليب • ان التدريس الجيد للعلوم فى المدارس الابتدائية يستخدم جميـــع هذه الطرق بالقدر الذى يسمح به الموقف وبالدرجة المناسبة. فمن المحال تصور برنامج علمى جيد لا يستخدم التجريب والقراءة والملاحظة • وللرحلات التى تهدف الى مشـــاهدة الأشياء الحقيقية أهميتها ، وكذلك الحـــال بالنســـبة للوســـائل البصرية والسمعية •

ولكن جميع هذه الوسائل تتضاءل قيمتها اذا لم تكن قائمة على أساس الأهداف التى تسعى الى تحقيقها • وفى الفصول التاليـــة سوف نذكر مزيدا من التفاصيل حـــول طريقـــة الاستخدام الخاصة بكل من هذه الوسائل فى دراسة العلوم •



التليفزيون يساعد المدرس ، ولكنه لا يغني عنه . يقدم التليفزيون التعليمي كثيرا من البرامج التي تدعم المنهج وتزيده وضوحا .



الفصل الرابع

تنظيم برنامج العلوم

ان الدنيا مليئة بأشياء عديدة ، الى حد أنه ليس من اليسير أن يقرر الانسان المادة العلمية التي يمكن اختيارها للمدرسة الابتدائية • وتكفى نظرة الى المادة العلمية الموجودة بالأجزاء : الثانى والثالث والرابع من هذا الكتاب لكى تثبت لنا مدى اختلاف الاحتمالات ، فهنالك العالم كله ، بل الكون ، لكى تختار منه ، وهناك حياة النبات والحيوان ، والكهربا والمغناطيسية والصوت والضوء والحرارة والفلك والجيولوجيا والجو • وما تلك الا بعض أمثلة من الموضوعات أو المواد الظاهرة المعروفة • فعلى أى أساس سوف نقيم اختيارنا ؟

لا شك أننا اذا رجعنا الى أهدافنا لكى نستعين بها على تحديد المبادىء العلمية أو المفاهيم اللازمة للأطفال فى حل مشكلاتهم فاننا نستطيع أن نصل الى بعض الأفكار عن الأشياء التى ينبغى تضمين البرامج اياها•ومن أمثلة ذلك الموضوعات المتعلقة بالصحة • فكلما نما الأطفال ، فانهم لا شك يحتاجون الى مفاهيم تعينهم على ادراك الأسباب التى ترشدهم الى المعيشة الصحية • وهذا ينطبق أيضا على المفاهيم اللازمة للمحافظة على الأمان ــ كالأمان من الكهربا ومن العدد والآلات وأمثالها • وتدلنا الخبرة كذلك على أن الجيل المقبل يحتاج الى مزيد من التربية المتعلقة بأساسيات المحافظة على مصادر الثروة الطبيعية . والمدرسة الابتدائية هى المكان المناسب لبدء هذه الدراسة • وهذا يتطلب أن يتضمن المنهج مشكلات تتعلق بالمحافظة على حياة النبات والحيوان والثروة المعدنية والثروة البشرية • كما أن دراسة بعض مشكلات التربية لعصر الهواء تبدو ذات أهمية ؛ لأننا نعيش فى عصر الهواء . ولا شك أن فهمه ودراسته تبدوان من الأمور الضرورية • فاذا ذهبنا الى أبعد من ذلك وتدبرنا الأهداف الخاصة باكتساب مهارة أكبر فى حل المشكلات وكسب الاتجاه العلمى ، فاننا نجد أن لدينا حرية أكبر فى اختيار المادة العلمية ؛ لأنه اذا كانت المادة العلمية شائقة بالنسبة للتلاميذ ، ومناسبة لمستوى تفكيرهم ، فاننا نستطيع أن نحقق الكثير فى مجال تنمية الاتجاه العلمى والمهارة فى حل المشكلات فى كثير من الميادين

العلمية · ولكن – كما ذكرنا من قبل – لن يتحقق شىء من ذلك الا اذا قصدنا الى تحقيقه ·

أما اذا استخدمنا الميول والقدرات كأساس لاختيار المشكلات ، فلابد أن نحاول معرفة المزيد عن طرق تعرفها، وعن أفضل الطرق للافادة منها. ومن حسن الحظ أن التلاميذ يبدون اهتماما بكثير من الأشياء فى بيئتهم · ولكن مما يؤسف له من وجهة نظر اختيار موضوعات المنهج على الأقل ، أن هذه الميول – وبخاصة عند صغار الأطفال – يحتمل أن تكون ميولا طارئة · وفضلا عن ذلك فمن العسير أن نجد ثلاثين طفلا فى أحد الفصول يميلون الى نفس الشىء ، وفى نفس الوقت · ومع ذلك فان علينا أن نبذل مزيدا من الاهتمام بميول الأطفال · وعلينا قبل ذلك أن نكتسب مزيدا من المهارة فى اكتشاف هذه الميول ، وفى بث الحياة فى الميول التى ربما لم تكن قد عبرت عن نفسها بأية طريقة سافرة مثل الأسئلة التى يسألها الأطفال · وعلى ذلك فان مشكلتنا فى هذا السبيل هى استثارة التلاميذ عن طريق فتح الميادين أمامهم لدراسة البيئة العلمية بجميع امكانياتها · واليك اعتبارا آخرا لكى تتذكره عندما تفكر فى ميول الأطفال · اننا كمعلمين كثيرا مانخدع أنفسنا ونعتقد أننا نتبع ميول معظم الأطفال ونسير خلفهم عندما نقرر دراسة شىء يكون قد اقترحه طفل واحد ، أو عدد قليل من الأطفال ذوى القدرة على الافصاح عن أنفسهم · وغالبا مايكون هؤلاء الأطفال ممن يجلسون فى الصفوف الأمامية ويلوحون بأصابعهم أشد تلويح ويتكلمون بأعلى الأصوات · وفى بعض الأحيان أيضا نظن أننا نتبع ميول الأطفال عندما نقول لهم : هل تحبون أن تدرسوا الجو ؟ » ثم يقول الأطفال ، أو على الأقل عدد منهم يكفى لجعل الموافقة تبدو شبه اجماعية : « نعم · » والواقع أننا فى كثير من فصولنا لم نكتسب بعد المهارة الكافية فى المعيشة مع التلاميذ بحيث يكون لديهم الشجاعة والقدرة على قول كلمة ، « لا » اجابة عن مثل هذا السؤال.

فلنستمر اذن فى بذل مزيد من الاهتمام بمسألة الميول · ولنتذكر أن الميل أحيانا بل غالبا ، مايستوحى من الموقف أو من الأشخاص الآخرين ومنهم المدرس ، ومن الكتب ، ومن غير ذلك · كما يجب أن نتذكر أيضا أنه عندما يوجد ميل حقيقى – فانه كفيل اذا أحسن توجيهه أن يؤدى الى عمل ناجح · وعلى ذلك فان اكتساب القدرة على حل المشكلات والمهارة فى استخدام الاتجاه العلمى يمكن أن يتحققا عندما تكون المشكلات التى يدرسها التلاميذ مناسبة لميولهم ، على شرط أن نقوم بالتدريس قاصدين الى تحقيق هذه الأهداف · فالميل اذن يعد أساسا آخر لاختيار محتويات المادة التى ندرسها · فاذا روعيت الميول وأحسن اعداد المواقف المناسبة ، فان أهدافنا تصبح قريبة التحقيق ·

فلنعد الآن مرة أخرى الى هدفنا الخاص بتكوين ميل لدى الأطفال نحو العالم الذى يعيشون فيه ، وتكوين التذوق لما فى هذا العالم · لقد تناولنا الميول بايجاز بوصفها أساسا لاختيار المادة الدراسية · ولكن ينبغى ألا ننسى التذوق أيضا · فهناك كثير من الموضوعات التى يمكن أن تثير لدى الأطفال عاطفة التذوق · ولكن ربما تكون الطريقة التى تعرض بها المادة هى التى تجعل التلاميذ يستطيبونها ، أو يبغضونها ، أو يقفون منها موقفا وسطا بين هذين النقيضين · فاذا كنا نبدأ بالتعاريف ، وبالتسميع ، أو بقراءة العشر الصفحات الأولى من الكتاب ، فمن العسير أن يؤدى ذلك الى استساغة التلاميذ لهذه المادة استساغة مستمرة . أما اذا بدأنا بمعالجة مشكلات حقيقية ، أو بعمل شىء فانه يكون هنالك احتمال لظهور التذوق ونموه بجانب المعرفة ·

وقد ذكرنا من قبل أننا يجب أن نراعى مستوى النضج العقلى للتلاميذ عند اختيار المادة للدراسة · فلابد أن نتأكد عند اختيارنا للمادة أنها ليست بالغة الصعوبة · ان آفاق اهتماماتك وميولك وكذلك رغبتك فى دراسة التفاصيل والمعانى المجردة عندما كان عمرك خمس سنوات

أو تسعا أو اثنتى عشرة سنة ، لم تكن بمثل ماصارت اليه من الاتساع فيما بعد . فليكن تخطيطنا اذن بحيث لا نسرف فى حشو المادة ولا نرهق أيا من تلاميذ المدرسة الابتدائية أو مدرسيها . فلنحتفظ بالعلوم بسيطة فى هذه المرحلة المبكرة . ويجب ألا نسرف فى التفاصيل الى الدرجة التى نقتل بها الميل ونجعل الأطفال يشعرون بالأسف كلما وجهوا الينا سؤالا فى العلوم . ولكن يجب أن نهيىء كثيرا من أنواع النشاط المختلفة التى تجعل هذه الدراسات البسيطة واقعية وقابلة للفهم . فعندما كان عمرك خمس أو ست سنوات فان كل ماكانت تقدمه لك المدرسة كان جديدا عليك الا ماتعلمته فى البيت أو من الخبرات التى مرت بك قبل ذهابك للمدرسة وحتى اذا كان لديك فكرة عن بعض الموضوعات فان دراستها فى اطار جديد جعلها تبدو جديدة عليك .

لذلك يجب أن نتأكد أن العلوم التى نقدمها لأطفالنا تناسب ميولهم ومستوى فهمهم ، وأن نحاول ربطها دائما بخبرات الأطفال فى بيئتهم . ويجب معالجة هذه الموضوعات على أنها من الأشياء والظواهر التى يراها الأطفال فى المدرسة أو البيت أو فى الطريق بين المدرسة والبيت ، أو مما يشاهدونه أيام الجمع فى أحد متنزهات المدينة . كما ينبغى أن نتذكر أن المدرسة الابتدائية ليست المكان الوحيد الذى سيحتك فيه الأطفال بالمادة العلمية وبالظواهر المختلفة ، فان أمام هؤلاء الأطفال سنوات عديدة سيعلمون فيها الكثير سواء داخل المدرسة وخارجها . وعلى ذلك فانه لا لزوم لمحاولتنا أن نعلمهم كل شىء مما يجعل الدراسة علي جانب كبير من الصعوبة . فاذا تذكرنا كل ذلك فانه كفيل أن يعين على اكتساب المهارات والاتجاهات المطلوبة واستثارة التذوق واكتسابه وهو فوق ذلك يعد أساسا لاختيار أو تعديل الموضوعات التى تتكون منها مادة المنهج .

وبالاضافة الى ذلك فانه عند اختيار المادة العلمية للمدرسة الابتدائية ينبغى أن نأخذ البيئة المحلية فى اعتبارنا . ماذا يهم أطفال هذه البيئة من موضوعات العلوم ؟ فكيف مثلا يكسب آباؤهم عيشهم : هل بزراعة الفواكه أو غير ذلك من الأعمال الزراعية ، أو بالاشتغال بمنتجات الألبان أو بانتاج النباتات الطبية ؟ وماهى المشكلات المحلية التى ينبغى حلها لكى يصير البيت والمدرسة والبيئة أماكن آمنة وصحية ومناسبة للمعيشة فيها ؟ هل هنالك مشكلات تتعلق بتعرية التربة والتنبؤات الجوية والمحافظة على الثروة الحيوانية والنباتية ؟ هل هنالك أمور خاصة تجرى فى البيئة : برنامج بنائى ، عملية انشاء أحد الجسور « الكبارى » أو الطرقات ، مشروع ازالة المساكن غير الصالحة ، انشاء بحيرة صناعية ، قيام صناعة جديدة ؟ هل يجرى بالمبانى المدرسية شىء يمكن الاستفادة منه علميا : مثل عزل قاعة الاجتماعات صوتيا ، بناء جزء جديد فى المدرسة ، تركيب معدات جديدة فى المطعم ، أو استخدام معدات جدية لاطفاء الحريق ؟

تلك أمثلة قليلة لكى توضح لنا كيف يمكن أن تؤثر البيئة المحلية ــ ولو بصورة مؤقتة على الأقل ــ فى اختيار المادة التى تدرس . وكلما تقدمت فصول السنة فى أثناء العام الدراسى حدثت فى البيئة أحداث معينة تؤثر فى اختيار المادة العلمية وتنظيمها . وينبغى أن ننظم مقررات العلوم لكى نستفيد من تغير الفصول ومايستتبعه من تغير فى الكائنات الحية .

ومما يتصل اتصالا وثيقا بالاعتبارات التى ذكرناها فى اختيار المادة امكان جمع بعض المواد التى تتصل بدراسة مشكلة معينة . فهل هنالك بعض المراجع عن الموضوع لكى يقرأها الأطفال ؟ هل هنالك أماكن لزيارتها ، ووسائل بصرية يمكن مشاهدتها مما يتصل بالمشكلة؟ان هذه الاعتبارات تساعد الأطفال والمدرسين أحيانا على اختيار المشكلة المناسبة للدراسة .

وهنالك اعتبار آخر يجب أن نذكره* • ان اختيار المادة فى المدرسة الابتدائية يحسن بل يجب أن يقرر جزئيا على أساس برنامج مداه اثنتا عشرة سنة • وينبغى أن نتذكر أن الدراسة لا تنتهى بنهاية الصف السادس ولو أننا فى المدرسة الابتدائية نتصرف أحيانا على هذا الأساس • كما أن الدراسة لا تبدأ فى الصف السابع من نقطة الصفر كما قد يظن بعض مدرسى المرحلة الاعدادية • فاذا كان هنالك برنامج علوم فى الصفوف : السابع ، والثامن ، والتاسع ، فلابد أن ينظر اليه بعين الاعتبار عند وضع الخطة للمدرسة الابتدائية ، والا فان تلاميذ الصف السابع سوف يقولون – ولهم العذر – : لقد درسنا الطقس مثلا فى الصف السادس • وسوف نعود لهذه المشكلة فيما بعد •

وتلخيصا لما سبق نقول ان اختيار المادة الدراسية يجب أن يقوم على أساس مانرغب فى تحقيقة من أهداف.وينبغى عند اختيار الموضوعات مراعاة ميول الأطفال وقدراتهم وحاجاتهم وظروف بيئتهم المحلية ، كما ينبغى أن ننظر الى المنهج على أنه يمتد على مدى السنوات الدراسية التى سيمكثها كل تلميذ فى الدراسة • وقد اختيرت المادة الخاصة بالنشاط فى الفصول الأخيرة من هذا الكتاب اختيارا جزئيا على أساس ماذكرناه هنا • فذكرت بعض أنواع النشاط لأن المادة العلميةالخاصة به ضرورية بالنسبة لصحةالأطفال وأمانهم ، وبعضها لأنه يساعد الأطفال على حل المشكلات التى يهتمون بها ، وبعضها لأن الأطفال يهتمون به اهتماما بالغا • وجميع هذه الأنواع من نشاط اذا أحسن عرضها كفيلة بمساعدة الأطفال على أن يزدادوا قدرة على حل المشكلات ويكتسبوا الاتجاه العلمى •

تنظيم المادة التى تدرس

لقد عرضنا فيما سبق بعض الأسس التى يقوم عليها اختيار المادة فى العلوم ، فلنحاول الآن أن نوجه عنايتنا الى مشكلة تنظيم المادة لدراستها ونعود فنقول ان هنالك عددا من العوامل التى ينبغى مراعاتها ، وأنه يجب أن نبدأ بتفحص أهدافنا • فاذا كنا نسعى الى أن نجعل التلاميذ يفهمون المفاهيم الواسعة فى العلوم ، وأن نساعدهم على النمو فى حل المشكلات ، وأن نحقق أهدافنا الأخرى ، فلابد أن نتخذ كل سبيل لكى نضمن اشتمال المنهج على القدر الكافى من المادة العلمية المناسبة • فاذا كان علينا أن نشبع حاجة الأطفال الى حب الاستطلاع ، وأن نوسع آفاق ميولهم ، فلابد أن نشركهم معنا الى حد ما فى تحديد كيفية استخدام الخبرات العلمية ومتى وأين نستخدمها .

فهل من الممكن أن تبنى المادة العلمية وأن تنظم حول الأسئلة التى يسألها الأطفال ، أو مايحضرونه معهم من الأشياء ، أو غير ذلك من الأحداث الطارئة ؟ ان خبرتنا بهذا الأمر تجعلنا نقول : « لا » عن الاجابة عن هذا السؤال • فمثل هذا المنهج العرضى جدير بأن يكون مفككا وغير مناسب •

ولعل هذا هو المكان المناسب لكى نقول بأنه قلما يعتقد أحد أن المنهج المناسب للمواد الاجتماعية يمكن أن يبنى حول الخبرات العرضية • اننا لاننتظر حتى يشب حريق فى مكان مجاور لكى نقرر دراسة من يقومون بالخدمات فى البيئة مثل

---

* **ملاحظة من المراجع :** هذا الاعتبار سليم جدا فى البلادالتى يمتد التعليم الالزامى فيها الى اثنتى عشرة سنة أى الى مابعد المرحلة الابتدائية • أما اذا كان الالزام فى التعليم يقفعند نهاية المرحلة الابتدائية فانه من الواجب أن يخطط برنامج العلوم للمدرسة الابتدائية كوحدة متكاملة وعلى أساس أنهامرحلة منتهية • وفى نفس الوقت فان تخطيط منهج العلوم فى المرحلة الاعدادية يجب أن يأخذ فى الاعتبار ماسبق أن درسه التلاميذ فى المدرسة الابتدائية •

رجال المطافىء ورجال البريد وغيرهم • ولنبدأ عادة فى دراسة حياة المستكشفين بمناسبة أن أحدهم قد أحضر تمثالا شمعيا لأحد هؤلاء المستكشفين ؛ اذ أن كثيرا من رجـال التربية يعتبرون أن لهذه الموضـوعات من الأهمية مايكفى لتضـمينها فى برامج الدراسات الاجتماعيـة ، وعلى ذلك فانها تدخل ضمن هذه المناهج . فالبرنامج المنظم يعتبر أساسيا بالنسبة للمدرسة الابتدائية • ولنفس هذه الأسباب فان البرنامج المنظم للعلوم يعد أمرا ضروريا •

ومع ذلك فان التجربة تدل على أن بعض الدروس الممتازة فى العلوم قد تحدث عند معالجة بعض المشكلات العرضية التى تنشأ بسبب بعض الأحداث المحلية ، أو بسبب بعض القراءة المعتادة ، أو بسبب مايحضره بعض الأطفال الى الفصل من المواد العلمية • ومع ذلك فان المنهج المتكامل الذى يتفق مع أهدافنا لا يمكن أن يتحقق عن طريق التدريس العرضى • كما أنه لايمكن بناء منهج جيد اذا أغفلنا هذه المواقف العرضية • فكيف اذن نستطيع أن نفسح المجال لمثل هذه الخبرات مع الابقاء على تنظيم المنهج ؟ •

لقـد حلت بعض المدارس هذه المشـكلة الخاصة بالتنظيم حلا جزئيا على الأقل ، عن طريق تضمين البرامج نوعين من الخبرات والعمل تبعا لخطة تتسم بالمرونة الكبيرة ، بحيث يخصص فى كل صف أو مجموعة من الصفوف (مثل الروضة والصفوف : الأول ، والثانى ، الثالث ، أو الصفوف الرابع ، والخامس ، والســادس ، أو : الصفين السابع ، والثامن تبعا لتنظيم المدرســة) بعض الوقت للخبرات العرضية ، وبعضه الآخر لخبرات مرسومة حسب تخطيط معين •

فالخبرات العرضية قد تتضمن مثلا مناقشات موجزة عن القواقع البحرية التى يكون قد أحضرها أحد التلاميذ الى الفصل حين عودته من رحلة الى شاطىء البحر .أو مناقشات تدور حول نوع جديد من الطائرات تكون قد تناولته وشرحته بعض الصحف ، أو حول كسوف قد وقع حديثا أو ينتظر حدوثه • وفى بعض الأحيان بعد انتهاء الفترة المخصصة للمناقشـة الأسـاسية ، تتولى مجموعة من التلاميذ فى هيئة لجنة البحوث دراسة المشكلة بصورة أعمق واعداد تقرير عنها للفصل والحصول على بعض المراجع التى يمكن أن يستفيد منها من يتوافر لديهم الاهتمام بالموضوع ، كما يمكن أن تقـوم هـذه اللجنة بتنظيم معرض من الصور على لوحة النشرات • فاذا تبين أن الخبرة العرضية قد أثارت اهتمام الأطفال بصورة أشد من أن تكون عرضية ، فان الخطة تكون من المرونة بحيث تسمح لجميع تلاميذ الفرقة بانفاق بعض الوقت على الموضوع • وفى كثير من الحالات اذا أحسن تخطيط هــذه الخبرة باشتراك المدرسين والتلاميذ ، فانها قد تؤدى الى تحقيق كثير من نفـس الأهداف التى تعمـل على تحقيقها الخبرة المقصودة التى سبق أن خططنا لها • وكثيرا مايمكن توجيه الخبرة العرضية الى خبرة مخططة •

ومن الواضح أن عمل بعض التسجيلات الكتابية فى أثناء دراسة هذه الموضوعات بالمدرسة يعد من الأمور الهامة لتحقيق أكبر فائدة ممكنة من هذه الخبرات العرضية ، والا فان المدرس الذى يتولى الفرقة بعد ذلك قد يجد صعوبة فى التخطيط المناسب واهمال التسجيل عند دراسة هذه الخبرات العارضة غالبا ما يؤدى الى تكرار دراسة بعض الموضوعات مثل طيـور الزينة ودودة القز فى جميع صفوف المرحلة الواحدة • وكثيرا ما يؤدى ذلك الى تحطيم الميل ، كما أنه ــ بسبب مايستغرقه من الوقت ــ لايدع مجالا لخبرات أكثر اتساعا وأكثر تنظيما • ان مايسـمى بالميول العرضية للأطفال لا يمكن اهمالها ؛ لأن ذلك قد يضيع علينا بعض الفرص التعليمية النادرة • كما أنها لا يمكن أن تكون القاعدة الأساسية فى بناء المقررات • لأنها فى هذه الحالة تؤدى الى ضياع دراسة كثير من الموضــوعات القيمة ، وتجعل المنهج قائما على التخبط • وعينة المشكلات المعروضة فيما بعد لتلاميذ الصفوف الأولى والمتوسطة لتلاميذ المدارس،

توضح أهمية تنظيم الخبرات التعليمية تنظيما يراعى فيه تتابع هذه الخبرات • أما من حيث الخبرات المنظمة ، فلابد أن تحقق للأطفال فى نهاية كل عام نموا فى خبراتهم فى الميادين المتسعة للبيئة الطبيعية والبيولوجية • وفيما يلى أمثلة لبعض هذه الميادين :

الكون : دراسة النجوم ، والشمس ، والقمر، والكواكب ، والعلاقات الموجودة فيما بينها • أسباب الليل والنهار ، والتغيرات الموسمية ، والمد والجزر، والكسوف والخسوف – وكذلك دراسة واتساع طريق التبانة ومجموعات النجوم الأخرى (دون تفاصيل) •

عينة من المشكلات :

للصفوف الاولى
- كيف تساعدنا الشمس؟
- ماذا نستطيع مشاهدته فى السماء ليلا ؟

للصفوف المتوسطة
- ما شكل المجموعة الشمسية ؟
- كيف نتأثر بحركة الأرض ؟

الأرض : تكوين الجبال – تعرية الصخوروتكوين التربة – عوامل التعرية – البراكين – حياة ماقبل التاريخ – القوى التى غيرت ولا تزال تغير من سطح الأرض •

عينة من المشكلات :

للصفوف الاولى
- كيف كانت الحياة فى الأزمان البعيدة ؟
- ماشكل القشرة الأرضية ؟

للصفوف المتوسطة
- لماذا يتغير سطح الأرض ؟
- كيف تغيرت الحياة على سطح الأرض خلال العصور ؟

الظروف اللازمة للحياة : ما تحتاج اليه الكائنات الحية لكى تعيش ، وكيف تتأثر هذه الكائنات بما يحدث فى البيئة من تغيرات وبتنازع البقاء •

عينة من المشكلات :

للصفوف الاولى
- ماذا تحتاج اليه النباتات لكى تنمو ؟
- ماذا تحتاج اليه الحيوانات لكى تنمو ؟

للصفوف المتوسطة
- كيف تتغير الكائنات الحية بتغير الفصول ؟
- ماأشكال الكائنات الحية فى الأجزاء المختلفة من الأرض ؟

الكائنات الحية : تنوعها – الحياة الاجتماعية– التلاؤم للحماية – دورات الحيـــاة فى النباتات والحيوانات ، وكيف تحصل على غذائها – أهميتها الاقتصادية – تأثير الانسان فى الطبيعة •

عينة من المشكلات :

للصفوف الاولى
- كيف نستفيد من الحيوانات والنباتات ؟
- كيف تتطور الحيوانات والنباتات فى أثناء نموها ؟

للصفوف المتوسطة
- كيف يتوافر لدى النباتات والحيوانات القدرة على المعيشة فى الأماكن المختلفة ؟
- كيف يعنى الانسان بالنباتات والحيوانات ؟

الظواهر الطبيعية والكيموية : الظواهر الطبيعية والكيموية الشائعة مثل: الضوء ،الصوت الجاذبية ، المغناطيسية ، الكهربا ،تغيرات المادة ،الظواهر الخاصة باشعاع الطاقة ، التغيرات الجوية.

عينة من المشكلات :

للصفوف الأولى	ماذا يستطيع أن يعمله المغناطيس ؟ فيم نستخدم الكهربا ؟
للصفوف المتوسطة	كيف نستفيد من التغيرات الكيموية ؟ لماذا يتغير الجو ؟

محاولات الانسان للسيطرة على بيئته : فى الحدائق ، وفى المزارع ، وفى بساتين الفاكهة ـ المخترعات والمكتشفات ـ استخدام القوة والمعادن ـ سيطرة الانسان على الكائنات الحية ـ دراسته للأماكن التى لا يستطيع أن يصل اليها مباشرة ، وغير ذلك من الموضوعات المشابهة .

عينة من المشكلات :

للصفوف الأولى	كيف ننشىء حديقة جيدة ؟ ما الأشياء التى نستخدمها من الأرض ؟
للصفوف المتوسطة	كيف يتوصل الانسان الى المخترعات والمكتشفات ؟ كيف نستخدم الأنواع المختلفة من الطاقة ؟

ان هذا البيان يقدم لنا بعض التوجيه فى اختيار المادة العلمية وتنظيمها . كما أن تحليل بعض المقررات الدراسية أو بعض الكتب الحديثة واسعة الانتشار ، سوف يوضح لنا كيف يمكن تنظيم الخبرات فى هذه الميادين الستة . ومعظم هذه المقررات والكتب لا تعمل على بناء مفهوم لكل من هذه الميادين فى كل صف فى كل سنة ـ بمعنى أنه مثلا لا يوجد شىء عن الظروف اللازمة للحياة فى كل صف . ومع ذلك فان كل ميدان يحتوى فى معظم الحالات على مادة تدرس كل سنة فى كل مجموعة من الصفوف التى ذكرناها من قبل (الروضة والصفوف ١ ، ٢ ، ٣ الصفوف ٤ ، ٥ ، ٦ الصفان ٧ ، ٨) .

وتدلنا الدراسة على أنه ليس هنالك حتى الآن تجانس كامل فى اختيار المادة العلمية لأى صف من الصفوف . وقد يكون هذا حسنا لأن المقرر المتجانس الذى يخصص خبرات من نوع معين لكل صف ويلتزم بها التزاما شديدا ليس له قيمة كبيرة فى ضوء مانعرفه عن الأطفال . وقد قالت احدى المدرسات ذات مرة تعليقا على أحد المقررات الجامدة التى من هذا النوع فى مدرستها : « يعتبر النطاط فى مدرستنا حشرة خاصة بالصف الثالث ولا نجرؤ على تدريسه فى أى صف آخر ! » .

وكمثال لنوع التنظيم الممكن ، دعنا نأخذ « الكون » وهو الوحدة الأولى لكى نرى كيف يمكن توزيع المادة الخاصة به على الصفوف بحيث تتحقق الوحدة فى تخطيط البرنامج . ويجب أن نتذكر هنا أن برنامجنا سوف يترك مجالا للخبرة العرضية أيضا .

ففى الصفوف الأولى (الروضة والصفوف ١ ، ٢ ، ٣) سوف يكون لدى التلاميذ خبرات

كثيرة ومتنوعة حول قياس أطوال الظلال ، وملاحظة تغيرات الفصول وتأثيرها فى الكائنات الحية ، وملاحظة القمر أو الدب الأكبر وعمل تقرير عما شاهدوه ، وملاحظة اختلاف طول الليل والنهار • ومن المشكلات التى قد تكون مناسبة جدا لهذا المستوى مايأتى : « كيف تساعدنا الشمس ؟ » ومن الممكن أن يتوصل التلاميذ فى هذه المناسبة الى معرفة أن الشمس حارة جدا ، وأن عليها غازات ، وأنها كبيرة جدا ، وأنها تبدو صغيرة لأنها بعيدة جدا ، وأنها تمدنا بالدفء ، وأنها تساعد على نمو النباتات ، وأنها تساعدنا على الاحتفاظ بصحتنا جيدة ، وأن الشمس نجم ، وأن الأرض تدور حول الشمس •

ومن المرجح أن الخبرات سوف تكون أشد ايجازا وأكثر تنوعا بالنسبة لتلاميذ الصفوف الأولى ، وعلى الأقل أشد ايجازا وأكثر تنوعا عما فى الصفوف التالية •

وفى الصفوف المتوسطة (٤ ، ٥ ، ٦) قد ينفق التلاميذ بعض الوقت فى دراسة بعض التفاصيل عن أسرة الشمس أو المجموعة الشمسية ، وبذلك تزداد معلوماتهم عن الشمس وغيرها من أفراد المجموعة الشمسية • وسوف تكون خبراتهم قائمة على أساس خبرات الصفوف السابقة . فاذا كانوا يدرسون المجموعة الشمسية مثلا ، فانهم سيعرفون بعض التفاصيل عن الكواكب والجاذبية والشهب والمذنبات والقمر • وسوف يناقشون أسباب الليل والنهار وأسباب الفصول ويكشفون أسباب المد والجزر ويدرسون الكسوف والخسوف • وفى الصفين العلويين (٧ ، ٨) سوف تكبر الصورة • وقد يدرس التلاميذ العلاقة بين الكون والمجموعة الشمسية، والنجوم وأبعادها وأحجامها وتركيبها. وطريق التبانة والمجموعات الأخرى • ويدرسون موضوعات مثل المسافات بين الكواكب والنجوم ، عدد النجوم ، مجموعات النجوم ، تسمية النجوم ، أحجام النجوم ••• الخ • وهل توجد مجموعات شمسية أخرى ، وهنا مرة أخرى تنمو الخبرات على أساس الخبرات التى تكونت فى الصفوف السابقة وتتسع لكى تتضمن مزيدا من المادة •

ويتضح من هذه المعالجة الموجزة للموضوع . أنه كلما درست وحدة من الوحدات فى العلوم (الكون مثلا) فان الدراسة الجديدة تقوم على أساس الخبرات السابقة ، وتضيف اليها وتزداد صعوبة • ومعنى ذلك أن التعميمات تصير الى حد ما أكثر تعقيدا كلما تقدم التلاميذ • وهنالك من التكرار فى الدراسة مايسمح باتصال الخبرة ولا تقضى فى الوقت ذاته على الميل • وتوضح دراسة « عينة من المشكلات » التى ذكرناها فى صفحة سابقة من هذا القسم كيف يمكن أن تدرس مشكلات تختلف فى صعوبتها ومداها فى صفوف ذات مستويات مختلفة • أن نفس الأهداف العامة تنطبق على جميع المستويات ويجب أن تترك التلاميذ فى كل مستوى ، وهم يدركون أنه لا يزال ثمة مزيد من المادة الشائقة التى يمكن أن يتعلموها ، بل أنه لا يزال هنالك كثير من الأشياء التى لم يكتشفها العلماء أنفسهم بعد •

لقد عرضنا فيما سبق ـ بايجاز ـ طريقة لتنظيم المادة بصورة تساعد على فهم المبادىء والتعميمات.ولم نذكر الا قليلا عن طريق تنظيمها بقصد تحقيق الأهداف الأخرى فى تدريس العلوم. ولكننا نفترض أنه اذا كان المنهج ناجحا فانه بصرف النظر عن طريقة تنظيم المادة ، لابد من بذل عناية كافية بتنمية قدرة التلاميذ على اتباع أية طريقة لتنظيم المادة سوف يصحبها عناية متصلة بالنمو فى حل المشكلات ورعاية الاتجاه العلمى والميول والتذوق • ونحن لا نفترض هذا الا على أساس أن المنهج مناسب ، أى يعمل على تهيئة الخبرة التى تؤدى الى تحقيق فى هذه الأهداف •

توفير الوقت والمكان لدراسة العلوم

كيف نستطيع أن نحشر بعض العلوم فى المنهج أو نزيد فى مقرراتها اذا كان البرنامج مكدسا ومالدينا من الوقت قليلا ؟ تلك احدى المشكلات التى تقلق كثيرا من المدرسين والنظار

ممن يقولون دون روية : « ينبغى أن ندرس مزيدا من العـــلوم » ولنتساءل الآن : « كيف تهيىء المدارس ذات البرامج النشيطة فى العلوم الوقت اللازم لها ؟ » وسوف نحاول أن نستعرض بعض الطرق المؤدية الى ذلك • وبهذه المناسبة ، ألم يئن بعد الأوان لوقف الاضـــافات الجديدة الى المنهج ؟ لعله من واجبنا أن ننفق بعض الوقت لكى نخفف عن مناهجنا بعض الأشـياء التى نضيفها حاليا اليها دون أن تكون لدينا أســباب وجيهة مدروسة لذلك • ان هنالك بعض الأشياء التى اذا نظرنا اليها فى ضوء أهدافنا ، اتضح لنا عدم لزومها • ومثل هـــذه الأشياء يمـكن اسقاطها والاستغناء عنها ، وبذلك يمكن استخدام الوقت الذى كانت تستغرقه فى أشياء أخرى مما يمكن أن يساعد على تحقيق أهدافنا بصـورة أفضل • وهـــذه هى احدى الطرق التى لجأت اليها بعض المدارس لتوفير الوقت لتهيئة خبـرات علميـــة للأطفال من النوع الذى يكون قد أحسن اعداده وتخطيطه.والطريقة التى نتبعها لتوفير وقت للعلوم تتوقف على فلسفتنا الخاصة بالعلوم وامكانياتها . فمن جهة ، هناك مثلا بعض المدارس التى تعتبر العلوم مادة مستقلة ، وتخصص لها بعض الحصص فى الجدول الأسبوعى • وبعض المدارس الأخرى مما له فلسفة تختلف كل الاختلاف عن الفلسفة السابقة ، تمزج بين العلوم والمواد الاجتماعيـــة وتجعل منها مجالا لدراسة المعيشة الاجتماعية ، وتكرس جانبا كبيرا من الوقت لهذه الدراسة التى تتضـمن الدراسات الاجتماعية والفنـون اللغوية وغيرها من الخبرات التعليمية • وهنـــاك بعض المدارس التى تجعل دراســـة العلوم عرضية ، وغالبا ما تكون مناهج العلوم فى هذه المدارس غير مناسبة • وبين هذه النقائض توجد أنواع عديدة أخرى •

ويلوح أن هناك شبه اجماع على الفكرتين الأساسيتين الآتيتين :

١ ـ تعتبر العـــلوم جزءا أساسيا فى أى منهج ناجح من مناهج المدرسة الابتدائية •

٢ ـ يلوح أن العـــلوم غالبـا ماتمتزج امتزاجا طبيعيا مع غيرها من أنواع التعلم ، ولكنها فى بعض الأحيـــان تكاد تقفَ وحـدها ، فلنحاول أن نرى بايجاز ماتقتضيه هـذه الفكرة الثانية •

اذا اســترجعت ماذكـرناه من قبـــل عن الأهداف فلعلك تذكر أننا ناقشنا علاقة العـلوم بالبرنامج الكلى للمدرسة ، وأوضحنا أن لها دورا كبيرا فى تحقيق أهدافنا العـامة الشاملة • وهى لهذا السبب تنسجم مع أنواع النشاط الأخرى التى يتضمنها المنهج ، وبخاصة تلك التى تعالج ميدان المعيشة الاجتماعيـة • ولكى نضرب مثـلا لذلك ، فانه اذا كانت الخبرة الخاصـة بالمعيشـة الاجتماعية تعالج مشكلة « كيف تصير الحياة فى البيئة أكثر أمانا وأكثر رعاية للصـحة » ، فمن المحال أن نحدد أين تبدأ كل من الجوانب العلمية والجوانب الاجتماعية ، أو أين تنتهى ، ومن ذا الذى يهتم بهذا الأمر ؟

ثم افترض مرة أخرى أننا فى صدد دراسة مشكلة : « ماهى المشكلات الهامة للمحافظة على الثروة فى ولايتنا ، وكيف تحل هذه المشكلات ؟ » فعند حل هـــذه المشكلة تعالج التربة ، والماء ، والحياة البرية،والثروة المعدنية، والثروة البشرية. وهنا نحتاج الى قدر كبـير من المعلومات العلمية لكى تعين على فهم مايأتى : تكوين التربة وتركيبها وتأثير الرياح والماء فى التربة وغيرها من المواد ، اعتماد حياة الحيوان والنبات بعضها على بعض ، وغير ذلك من الموضـوعات العلمية • ولـكن كل ذلك لا يمكن فهمه فهما كاملا دون دراسة لعلاقة الانسان الحديث بهذه الأمور ومسئولياته نحوها• ولابد أن يدرك كلدارس علاقته الذاتية بالمشكلة. كمـــا ينبغى أن يرى كيف تؤثر تصرفاته فى الأشخاص الآخرين • ومن ذلك نرى أن الجوانب العلمية والجوانب الاجتماعية لمشكلة المحافظة على الثروة تتداخل تداخلا كبيرا • واذا كان علينا أن

نحقق أهداف هـــذه الدراسة فاننا نحتـاج الى المعلومات والمهارات والاتجاهات التى تقدمها مادة كل من هذين الميدانين ٠

وهنـــالك مواقف أخرى عديدة تتجلى فيها علاقة العلوم بالمواد الاجتماعيـــة ٠ ومن المهم أن نذكر ، مع ذلك ، أن هنالك أيضـــا كثـــيرا من المواقف التى لا يمتزج فيها هـــذان الميـــدانان بسهولة ٠ وفى هذه الحالات لا نستطيع تحقيق الأهداف الخاصة بأى منهما اذا أصررنا على مزجهما معا ؛ فمثلا عند دراسة كيف عاقت الأحوال الجوية تقدم الناس نحو الغرب فى فجر التاريخ الأمريكى، نجد أن دراسة حركة التقدم نحو الغرب لا تعتبر مسوغا كافيا لدراسة الجو ٠ حقيقة ان للجو تأثيره الكبير فى حياة البنات والبنين فى أيامنا ٠ وهم يبدون اهتماما بالغا بما يسـبب الجـو ، وكيف يتغير وكيف يمكن التنبؤ بهذه التغيرات ، كما أن التحرك نحو الغرب يعد جزءا هاما فى التاريخ الأمريكى ٠ ولكن هـذين الموضـوعين لا يحتـاج أحـدهما الى الآخر لتحقيق الأهـــداف الخاصـة بدراسة أى منهما ٠ فاذا أدمج هذان الموضوعان معا عنوة ، فان ذلك بسـبب الارتباك ويؤدى الى موقف تعليمى هزيل ٠

وكثيرا مايحدث أن تستفيد كل من التربية الصحية والعلوم عند مزجها معا ؛ ففى التربيـة الصحية عندما نأخذ فى دراسة مشكلات التغذية والغذاء مثلا ، فان الشهية أو « حاسة الحصان » التى توجه صاحبها نحو تناول الوجبات الغذائية المتزنة وحسن مضغ الطعام سوف تتجلى بصورة أفضل اذا عالجنا بعض جوانب الوجبات الغذائية معالجة علمية بحتة ٠ وعنـــدما يدرس التلاميذ التفاعلات الكيموية وكيف تحدث فانهم يكونون أكثر استعدادا لفهم أصول التغذية السليمة ٠ ان مثل هذه المواطن هى التى تجعل العلوم وغيرها من الميادين تستفيد بعضها من بعض عند دراستها معا وتزيد من فائدة الدراسة للتلاميذ ٠

وعند حل مشكلات العلوم كثـيرا مايضطر التلاميذ الى استخدام مهارات الفنون اللغوية ٠ وهنا ــ مرة أخرى تتهيأ الفرصـة للمزج ٠ فاذا ظهرت أمامنـا ضرورة القـراءة واتضحت حاجتنا اليها ، فاننا نقرأ ٠ واذا كانت الكتابة أو الكلام ضروريين فاننا نستخدمهما ٠ واذا ظهرت الحاجـة الى المهارات الفنية،فاننا لا نتوانى عن استخدامها. ولـــكن يجب أن نكون حريصين على ألا نتكلف الزج بالفنون أو أى ميـــدان آخر لمجرد أن يقال اننـا نمزج المواد بعضـــها ببعض أو نعمل على تكامل المنهج ٠

ومن المهم أن نذكر هنا أن من أسهل الطرق لقتل الميل نحو العلوم ، أن نطلب الى التلاميذ أن يقوموا بكتابة أشـــياء لا لزوم لها ، نتيجة لما قاموا به من الدراسة ؛ فالفكرة الأساسية فى كتابة كل تجربة يجريها التلاميذ مثلا ، هى أن نزيد من الشغف بالعـلوم ٠ وكذلك الحال فيما يتصل باضافة بعض المصطلحات الفنية الجديدة الى قائمة كلمات التهجى . فبعض الكلمات العلمية شـــائعة الاستخدام يمـــكن تعلمها فى أثنـــاء الاستخدام والقراءة ، ولـكن فى سن الثامنـة أو العاشرة يكون من العسير على الأطفال أن يتعلموا تهجى بعض الكلمـات مثـل : « البرمائيات » ، لذلك ينبغى ألا نسـتخدم الكتـابة الا اذا كانت هنالك ضرورة للتسجيل ، أو عندما تظهر الحاجة الشـديدة الى عمل ملخص أو الى غـير ذلك من الأسـباب الوجيهة ، واذ فلا داعى لاستخدامها ٠ وبعض أنواع النشـــاط المقـدمة فى الفصـــول المعنونة «ب» فى الأجزاء الأخيرة من هذا الكتاب تعطى أمثلة محددة لربط دراسـة بعض الميادين الأخرى بدراسة المشكلات العلمية ٠

ولعلنا باســـتمرار دراســـتنا للأطفال ، ومعرفتنا للمزيد عن حاجاتهم وقدراتهم وميولهم ، سوف نكون أكثر قدرة على تصميم برامج تتضمن كثيرا مما نعرفه عن هذه الأشياء ٠ وربما يكون هذا البرنامج مختلفا اختلافا كبيرا عن كثير من البرامج الحالية ٠

وعلى وجه العموم فاننا نعتقد أننا نكون فى طريق الصواب عندما نبدأ فى مزج بعض الأشياء التى يظهر أن مزجها يعطى فرصة أفضل لتحقيق أهدافنا ٠

فاذا سلمنا بأن دراسة العلوم شىء أساسى ، فلابد أن نفسح لها الوقت فى الخطة بطريقة من الطرق . وتتأثر طريقة تحقيق ذلك ، كما ذكرنا من قبل ، بالعرف والفلسفة السائدين ٠ فاذا كانت العلوم قد أدخلت على أنها مادة مستقلة ، فان عدد الدقائق المخصصة لها أسبوعيا فى الجدول سوف يختلف تبعا لوجهات نظر واضعى المناهج حول أهمية ماتستطيع العلوم أن تحققه ٠ واذا كانت العلوم قد أدخلت كجزء من أحد الميادين الكبرى للتعلم فان كمية العلوم المتضمنة سوف تتوقف على طبيعة هـــذا الميدان وخبرة المدرس ونشاطه وقـــدرته عـــلى ادراك الاحتمالات وغـــير ذلك من العوامل ٠ ويكاد يكون من المســـلم به أنه ليس هنالك برنامج ابتدائى فى هذا العصر يستطيع أن يفى بحاجات الأطفال بصورة مناسبة دون أن يقدم لهم قدرا كبيرا من الخبرات العلمية ، ولكى يتحقق ذلك لابد أن يسمح الجـــدول بطريقـــة ما بالوقت اللازم ٠

بـــــدء التدريس

فلنأخذ الآن خطوة أخرى فى سبيل تنظيم مالدينـــا من المـــادة الدراســـية ، ولكى نعرض المشـــكلة بصورة أكثر تحـــديدا ، فاننا نريد أن نعرف كيف نستطيع أن نقتطع جزءا من المــــادة العلمية وننظمه على هيئة موقف تعليمى معين ؟ هنالك دون شك كثير من الطرق لتحقيق ذلك ٠ وهنالك كثير من النظريات حول طريقة التنفيذ ٠ وبغض النظـــر عن تفاصـــيل التنظيـــم والخطط المستخدمة ، فان هنالك خطوات معينة ينبغى أن يخطوها المدرس قبل أن يبدأ عملية التدريس ٠ ولابد أن نتذكر هنـــا أن لكل موقف طبيعتـــه الخاصة به ، كما أن لكل مدرس أساليبه الخاصة فى العمل ٠ والبيئات تختلف فيمـــا يمـــكن أن تقدمه من المواد والامكانيات ، كما يختلف الأطفال فى ميولهم واســـتعداداتهم وقدراتهم وبرغم أن جميع هذه الفوارق وأكثر منها قد توجد ، فهنالك برغم ذلك بعض العناصر المشتركة التى يمـــكن أخـــذها بعين الاعتبـــار عنـــدما نخطط لعملية التدريس ٠

ففى كل موقف من المواقف توجـــد عـــدة خطوات أولى ينبغى أن يقـــوم بها المدرس عنـــد التخطيط ٠ ولكى نكون أكثر تحديدا ، فلنفترض أننـــا نريد أن ندرس لتلاميذ الصف الثالث أو الرابع بعض المفاهيم حـــول البخر والتكثف ٠ فهنالك أشياء عديدة ينبغى أن يقوم بها المدرس لكى يعد نفسه اعدادا مناسبا ٠ فيجب عليه قبل كل شىء أن يقرأ مادة دراسية على مستوى الصف (فى هذه الحالة الصف الثالث أو الرابع) ، كما ينبغى له أن يقرأ مادة على مستوى أعلى ٠ واذا لم يكن المدرس ذا خبرة ، فقد يحسن به أن يقوم باجراء قليل من التجارب المقترحة ، وأن يستطلع بعض مايتيسر من مصادر البيئة (مكتب الأرصاد الجوية) ٠ وبالاختصار ينبغى له أن يقوم بتنفيذ بعض الأشياء المقترحة فى فصل ١٠ «ب» ٠ كما يستطيع أن يستطلع بعض مصادر المعرفة الأخرى، مما يمكن الحصول عليـــه مثل الكتب والوسائل السمعية البصرية والخرائط والنشرات ٠ وعليـــه بعد ذلك أن يحدد بعناية تامة ، ولكن ببساطة ، الأهـــداف الخاصـــة التى يمـــكن أن تؤدى اليها الخبرات المتعلقة بظاهرتى البخر والتكثف ٠ وبهذه الطريقة يضع المدرس أمام عينيه الأهداف العامة والخاصة لكل برنامج لمدرسة ابتدائية ، وكذلك الأهـــداف العـــامة لتدريس العـــلوم فى المدرسة الابتدائية ٠ وقد تناولنا هذه الأهداف من قبل ٠ ومن الممكن أن تكون الأهـــداف الخاصة شيئا من النوع التالى :

١ ــ تهيئة خبرات تســـاعد التلاميذ على الالمام

بمبادىء علمية بسيطة وتعميمات حول البخر وتكثف الماء ·

٢ ــ مساعدة التلاميذ على تطبيق هذه المبادىء والتعميمات فى تفسير مايحدث حولهم من الأشياء ·

٣ ــ تهيئة الفرص لاستخدام الاتجاهات العلمية ولاستخدام المهارات اللازمة لحل المشكلات.

٤ ــ توسعة ميول التلاميذ نحو الظواهر اليومية فى بيئتهم ·

٥ ــ تهيئة الفرصة للنمو فى مجال التكيف الاجتماعى ·

فاذا ماانتهى المدرس من تسجيل هذه الأهداف على الورق ، فانه سوف يستخدمها لكى ترشده فى تحديد كل ماسيقوم به من الآن فصاعدا · والآن ماذا يمكن أن تحتويه المادة العلمية ؟

اذا تذكرنا أن من أهدافنا أن نهتم بالمبادىء العلمية أكثر من اهتمامنا بتجميع الحقائق المنعزلة غير الهامة ، فلنحاول أن نرى ماذا يمكن أن تتضمنه هذه المادة · ان اختيار المدرس للمادة سوف يخدمه كدليل عام لادراك مايمكن أن يمتد الى أفق هذه الوحدة · ويستطيع المدرس أن يعمل قائمة بهذه المفاهيم فى أثناء قراءاته لتحصيل المعلومات الأساسية فى الموضوع ، كما أنه يجد هذه القائمة الأساسية فى كتب مرشد المدرس لاستخدام الكتب المدرسية · وفى دراسة موضوع البخر والتكثف يمكن استخدام المفاهيم الآتية لتحديد الصورة العامة للموضوع ·

عندما يتبخر الماء فانه يتحول الى بخار ماء ·

يتبخر الماء فى الهواء من أماكن متعددة ·

عندما يتحول بخار الماء الى ماء مرة أخرى ، فانه يقال انه قد تكثف ·

يتكثف بخار الماء غالبا على الأشياء الباردة ·

قد يتكثف بخار الماء ليكون الندى ·

الندى يتبخر ·

قد يتحول بخار الماء الذى فى الهواء الى صقيع على الأسطح المتجمدة الباردة ·

ينصهر الصقيع ويتبخر عندما يسخن ·

ينزل المطر من السحب ·

تتكون بعض السحب من عدد كبير من القطرات المائية الدقيقة ، وبعضها الآخر من قطع ثلجية دقيقة ·

يتبخر بعض ماء المطر ، ويذهب بعضه فى الأرض ·

توجد عدة أنواع من السحب ·

يتكون الثلج عندما يبرد الهواء الى درجة التجمد ·

تتكون شرائح الثلج من بلورات من الثلج ·

ينصهر الثلج ويتبخر عندما يسخن ·

تساعد الرياح على بخر الماء ·

ونحب أن نوضح احدى النقط قبل أن نذهب بعيدا ؛ فكل مافعله المدرس حتى الآن كان بقصد توسيع أفقه حول الموضوع حتى يكتسب مزيدا من الثقة ، وبذلك تكون لديه فكرة أوضح عما يمكن أن تؤدى اليه دراسة الموضوع ، وعن طريقة سير دراسته · وليس معنى ذلك أن المدرس سوف ينفرد بتخطيط دراسة الموضوع مقدما · انه يفعل ذلك لكى يصير أكثر استعدادا لأن يقوم بارشاد التلاميذ عندما يبدءون العمل بطريقة تتسم بالذكاء ، وسوف نرى كيف يستطيع المدرس أن يفعل ذلك ·

وعندما يتم تعرف المدرس امكانيات الموضوع والدراسة ، فانه يصير أكثر استعدادا

لبدء العمل والتخطيط مع التلاميذ . والتفتح الذهني صفة أساسية ينبغي توافرها لدى المدرس تمهيدا للتخطيط الناجح مع التلاميذ . فما لم يكن المدرس مرحبا باخلاص بأن تصدر المقترحات عن التلاميذ ، ومستعدا لأن يعمل مع التلاميذ على تقويم مقترحاتهم ثم البدء بتنفيذ هذه المقترحات ، فانه يكون مخادعا نفسه عندما يطلب الى التلاميذ أن يتقدموا بمقترحاتهم ، وعندما يكون التلاميذ مقتنعين باخلاص المدرس وجدية الموضوع فانهم يتقدمون بمقترحات لا حصر لها . ولكنهم قلما يقتنعون بذلك عندما يسألهم المدرس أن يتقدموا بالأفكار ، ثم يهملها . ومن العجيب أننا كمدرسين كثيرا مانقع فى هذا الخطأ الجسيم .

فاذا ماانتهى المدرس من اختيار المادة الدراسية ، فانه يكون فى حاجة الى أفكار تساعده على تقديم هذه المادة بحيث تكون مثيرة للميل ، وحقيقية ، وملموسة ، وذات حيوية ، وممتعة ، فمن أين نبدأ ؟ ان مستوى الماء فى حوض تربية الأحياء المائية الذى بالمدرسة آخذ فى الانخفاض ، ولابد أن يزاد به الماء كل أسبوع أو نحو ذلك . ولقد أبدى التلاميذ تعجبهم من هذا الأمر . والألوان المائية فى صندوق الألوان تجف بعد استخدامها ، ولابد من اضافة ماء جديد اليها . فلماذا ؟ والملابس المبتلة تنشر قريبا من الحرارة لكى تجف بسرعة . وبعد أن تمطر السماء تطلع الشمس ويجف الحشيش . وعندئذ يستطيع التلاميذ أن يخرجوا لكى يلعبوا . تلك أحداث يومية تنطوى على البخر . والأطفال يرونها ويعجبون منها،وهى جميعا بدايات ممكنة لدراسة الموضوع .

فلنفرض أننا بدأنا بحوض تربية الأحياء المائية كنقطة بداية . فما دام التلاميذ قد شاهدوا أن الماء آخذ فى النقصان ، فقد يظهر السؤال التالى : « أين يذهب الماء ؟ » ويقدم التلاميذ تفسيراتهم : « الحوض مثقوب » ، أو « يذهب الماء الى الهواء » ، أو « السمك يشرب الماء » . تلك بعض النظريات . ويسأل المدرس : « هل رأيتم أماكن أخرى يختفى فيها الماء كما فى هذه الحالة ؟ » ويذكر التلاميذ عددا من الأماكن . ثم يسأل المدرس : « فأين تظنونه يذهب ؟ » ويقترح التلاميذ بعض الأماكن : « فى بعض الأحيان يختفى الماء بسرعة وأحيانا يختفى ببطء فلماذا يحدث هذا ؟ » ويقدم التلاميذ تفسيراتهم. وبمثل هذه المناقشة المبدئية يثير التلاميذ مشكلات ، وتثار ميولهم ، ويتجلى التهيؤ للدرس وتسجل الأسئلة التى تثار تمهيدا للاجابة عنها . وقد يكون من بين هذه الأسئلة : « ماذا يحدث للماء عندما يختفى ؟ » « فلماذا لا نشاهده عندئذ ؟ » « لماذا يختفى ؟ » « هل نستطيع منعه من الاختفاء ؟ » « هل نستطيع أن نسترده ؟ » « هل نستطيع أن نجعله يتبخر بسرعة أكبر ؟ » « ويستطيع المدرس أن يضيف بعض الأسئلة من عنده اذا وجد أن أسئلة الأطفال قد أهملت بعض الأفكار الهامة .

ثم يسأل المدرس : « والآن كيف نستطيع أن نصل الى الاجابة عن أسئلتنا ؟ » وتكون مقترحات التلاميذ ذات أهمية فى هذا الصدد . كذلك نريد من التلاميذ أن يتعلموا طرق الاجابة عن أسئلتهم بأنفسهم ، ثم طرق استخدام هذه الطرق فى الوصول الى نتائج موثوق بصحتها . ويقترح التلاميذ القيام ببعض القراءات واجراء بعض التجارب ، وتوجيه بعض الأسئلة،ومشاهدة بعض الأشياء ، وغير ذلك من الطرق .

فبماذا نبدأ ؟ ان التلاميذ سوف يتقدمون بمقترحاتهم . ومن الممكن أن يشترك المدرس والتلاميذ فى ترتيب الأسئلة ترتيبا منطقيا تمهيدا للاجابة عنها . ثم يبدءون بالسؤال الأول ؛ ويختارون الطريقة المناسبة للاجابة عنه من بين مالديهم من الطرق . وقد تعمل المجموعة كلها على نفس المشكلة ، أو ينقسمون الى عدة مجموعات ، وتتناول كل منها مشكلة اذا كان ذلك مناسبا ، بحسب أعمار التلاميذ وما لديهم من خبرة بالأعمال الجماعية وغير ذلك . ويأخذ كل تلميذ على عاتقه بعض المسئولية للبحث عن المطبوعات والتجارب

والأجهزة وغيرها من المواد التعليمية • وقد تتولى جمعية مكتبية خاصة ــ تعمل مع المدرس ــ مسئولية البحث عن الكتب • وهذه المصادر سوف تقترح تجارب متنوعة وضروبا مختلفة من النشاط بالاضافة الى ماسبق اقتراحه من المراجع والتجارب والمشاهدات • وينبغى تذكر جميع هذه الاقتراحات فى أثناء سير الدراسة وتقدمها . ومن المهم عند اجراء التجارب ، كما فى غيرها من أنواع النشاط ، مراعاة أن تكون بحيث تساعد على تحقيق أهداف الوحدة • فاذا كان من أهدافنا مثلا مساعدة التلاميذ على النمو فى استخدام الاتجاه العلمى فمن الواجب ألا ندع التلاميذ يقفزون الى النتائج ، كما يجب التأكد من استخدام التجارب المقارنة كلما أمكن ، ولتوضيح مانقصد اليه ، قد تكون احدى المشكلات فى هذه الوحدة : لماذا تجف الملابس المنشورة بسرعة أكبر اذا كانت الرياح شديدة ؟ » فلحل هذه المشكلة قد يقوم التلاميذ باجراء تجربة وضع بقعة مائية على السبورة والتهوية عليها بشدة بوساطة قطعة من الورق المقوى ، وسوف تختفى البقعة بسرعة بطبيعة الحال •

وعندئذ سوف يستنتج التلاميذ فورا أن حركة الهواء الناتجة عن التهوية قد سببت سرعة بخر الماء • ولكنهم لا يصح أن يستنتجوا هذا الاستنتاج • وكما ذكر طفل صغير ذات مرة تحت ظروف مشابهة : « اننى لا أتذكر حجم هذه البقعة عند بدء التجربة ، وعندئذ ينشأ السؤال : « كيف ننظم تجربتنا بحيث نتأكد أن الرياح تساعد على سرعة تبخر الماء ؟ » وهنا يقترح أحدهم عمل بقعتين على السبورة ، وأن نهوى على احداهما ونترك الأخرى دون تهوية ، وبذلك نكون قد سرنا فى الطريق السليم • ثم تعمل بقعتان متجاورتان وتبدأ التهوية • وهنا يقول أحد التلاميذ : «ان التهوية تصل الى كل من البقعتين» ويسأل أحدهم : « فماذا نصنع ؟ » ويقول آخر : نباعد بين البقعتين » ، وينفذ ذلك ، ولكن احدى البقعتين صغيرة والأخرى كبيرة • ويقول أحدهم : « لا يزال بالتجربة بعض الخطأ ، فما هو ؟ » « لابد أن تكون البقعتان متماثلتين ، والا فاننا لا نستطيع أن نقرر أنّ الرياح تساعد على البخر». وتعاد التجربة مرة أخرى ، وفى هذه المرة تكون البقعتان متماثلتين بقدر المستطاع ، ومتباعدتين احداهما عن الأخرى ، وفى هذه المرة يكون التلاميذ مستعدين لتقرير أن التجربة تساعدهم على ملاحظة أن الرياح تساعد على بخر الماء • ولكن ينبغى أن يحصلوا على خبرات أكثر حول هذا الموضوع قبل أن يقرروا ذلك بصورة قاطعة •

وعندما نعمل مع تلاميذ المدرسة الثانوية أو الكليات ، فاننا نتطلب منهم استخدام التجارب المقارنة للتأكد من سلامة النتائج وصحتها • وفى هذه الحالة تعتبر البقعة التى لا يهوى عليها تجربة ضابطة • وفى المدرسة الابتدائية لا نستخدم كلمة « ضابطة » ، وبدلا من ذلك نطلب من التلاميذ أن يقوموا باجراء التجربة بحرص حتى تؤدى الى نتيجة سليمة ، أو نقول لهم : « اجروا التجربة بحرص حتى لا تصلوا الى اجابة خاطئة». فمثل هذه العبارات يسهل فهمها على الأولاد والبنات ، وبممارسة هذا الأسلوب وتكراره سوف يقومون بتحذير بعضهم بعضا من اجراء التجارب بطريقة غير علمية •

ولكن التجارب كما ذكرنا من قبل تساعدنا على حل المشكلات ، وتطبيق نتائج هذه التجارب يساعدنا على تفسير الظواهر فى بيئتنا • وعلى ذلك فان المدرس يستطيع أن يقول لتلاميذه بعد هذه التجربة المتعلقة بالرياح وتأثيرها فى البقع المبتلة : « والآن هل سبق أن شاهدتم مواقف أخرى تساعد الرياح فيها على البخر ؟ » (وفى ذهن المدرس التهوية على الحبر لتجفيفه عند عدم وجود أوراق النشاف ، ومجففات الشعر ، وأمثالها) • ويقترح التلاميذ مواقف من هذا النوع ، ونقارن بين هذه المواقف وبين ماحدث فى التجربة •

وبهذه الطريقة التى يحرص المدرس فيها

على جعل التلاميذ يتأكدون من طريقة استخلاص نتائجهم يصير التلاميذ تدريجيا أكثر دقة فى ملاحظاتهم وفى تسجيل مايشاهدونه ، ويعد ذلك من الأهداف الهامة التى ننشدها ·

ويبدى المدرسون فى كثير من الأحيان قلقهم حول مقدرتهم على وضع الخطة المناسبة لكل درس من الدروس العلمية · وبينما تتعدد طرق تخطيط هذه الدروس ، فان الخطط السليمة تشترك جميعا فى تنظيمها العام · فالخطة الجيدة : تكون واضحة فى تحديد ماتهدف الى تحقيقه من الأهداف ، وما تتجه الى حله من المشكلات ، وهى تعمل على خلق الميل واثارة حب الاستطلاع وتحدد المواد اللازمة (سواء أكانت مطبوعات ، أم مواد بصرية ، أم طبيعية مما يستخدم فى المشاهدة والتجريب). وهى أيضا تسمح للتلاميذ والمدرسين بالاشتراك فى التخطيط ، ولكنها تحدد الاتجاه العام لسير العمل وتمهد السبيل للدرس التالى ، وقد تشير الى بعض البحوث أو الملاحظات الخارجية ، وتعمل على مراعاة الفروق الفردية ، وتتسم بالمرونة بحيث تأخذ فى حسابها الأشياء غير المتوقعة · فاذا أعدنا قراءة وصف الدرس الذى قدمناه عن البخر فاننا نجد أنه يوضح بعض هذه النقاط ·

وفى أثناء سير الدراسة سوف تستخدم الكتب المدرسية وغيرها من المصادر عند الحاجة اليها · فاذا ظهرت الحاجة الى احدى الرحلات ، فقد يزور التلاميذ محطة الأرصاد الجوية القريبة منهم · وقد يرون بعض الصور المتحركة التى تشرح أسباب البخر والتكثف ·

ومن المهم أن يشير المدرس باستمرار الى ماجمعه سابقا من التعميمات ، اذا كنا نريد أن تؤدى خبرة الأطفال الى فهم هذه التعميمات فقد لا يدرك التلاميذ على الفور العلاقة بين اختفاء الماء وعودته الى الظهور وبين المفهوم الخاص بأسباب الأمطار والجليد وغيرهما من الظواهر الجوية . فهذه العلاقة سوف تتكشف لهم كلما تقدمت دراستهم ومادام المدرس قد جمع مقدما هذه الأفكار الرئيسية ، فانه يستطيع أن يوجه أنواع النشاط بحيث تؤدى الى التعميمات والمبادىء الهامة المتصلة بالمشكلة ·

واذا كان هنالك ميل كاف نحو الدراسة ، فان التلاميذ قد يرغبون فى وضع خطة لنشاط ختامى يتوجون به عملهم · ومن الممكن أن يتم ذلك بطرق متعددة · ومن المهم هنا أن يقوم التلاميذ بالتخطيط لأنفسهم · فقد يحبون عرض نتائج أعمالهم على تلاميذ صف آخر، أو على الجمعية العامة · وهم فى سبيل تحقيق هذا الغرض قد يخططون ويقومون باجراء سلسلة من التجارب السهلة وشرحها ، وقد يقومون بعمل مجموعة من الصور الكبيرة التى توضح الأفكار الهامة التى تعلموها ، أو يكتبون قصصا توضح التعميمات التى اكتشفوها · وهذا مثال للحالات التى تكون فيها الكتابة والتحدث والاصغاء من أنواع النشاط الأساسية فى دراسة العلوم ·

لقد استخدمنا فيما سبق وفى مواطن أخرى من هذا الكتاب طريقة المشكلات فى تدريس العلوم · فالأطفال يخططون ويقومون بعمل أشياء لكى يصلوا الى حل للمشكلات التى أثاروها ، ولعل تدريس مايسمى بالوحدات فى العلوم يكون أشد فاعلية اذا سار بصورة عامة على الأقل على أساس اتاحة الفرصة أمام التلاميذ لكى يثيروا المشكلات وينظموها ، ويقترحوا طرقا لحلها ، ثم يقوموا بتنفيذ خططهم · وكما يتضح من هذه الخطة ومن الأمثلة التى قدمناها ، فان تدريس العلوم لا يختلف عن تدريس أية مادة أخرى · وكلما ازدادت هذه النقطة وضوحا أمام المدرسين عند اشتغالهم بالعلوم مع التلاميذ ، فان تدريس العلوم سوف يزداد فاعلية ونجاحا ·

وعلى كل فان أفضل تدريس للعلوم لا يتم على أيدى الأشخاص الذين يستطيعون أن يجيبوا عن جميع الأسئلة التى يسألها الأطفال · (والواقع أنه مادام لا يوجد مثل هؤلاء الأشخاص فقد يكون من الأوفق أن نقول على أيدى مدرسين ذوى خبرة

واسعة بالمادة العلمية) وأفضل تدريس للعلوم انما يتم عادة على أيدى مدرسى الفصول الذين يفهمون الأطفال ، ويعرفون كيف يعملون معهم ، ويكون لديهم الاستعداد لأن يقول كل منهم : « لا أعرف الاجابة عن هذا السؤال ، ولكننى أستطيع أن أساعدك على أن تجده بنفسك » والمدرسون الذين يعرفون جميع الاجابات يكونون عادة مشغوفين بأن يقولوا للأطفال كل شىء ، ولكن الأهداف التى حددناها يستحيل تحقيقها بالاصغاء الى مايقوله شخص آخر .

دراسة الأطفال

اذا كان علينا أن نزيد من قوة تدريس العلوم وفاعليته ، فكما فى أى ميدان آخر ، ينبغى أن نبذل مزيدا من الانتباه نحو مانعرفه عن الأطفال ، وأن نزيد من قدرتنا على الافادة من هذه المعرفة . وسوف نقدم فيما يلى بعض هذه الأشياء ، وقد اكتسبنا بعضها من تجاربنا مع الأطفال ، ودلتنا البحوث على بعضها ، وبعضها الآخر يبدو لنا واضحا عندما نستخدم عقولنا وتفكيرنا . والنقاط السبع التى سنذكرها أولا مأخوذة من المناقشة التى كتبها الدكتور رالف برستون فى الجزء الأول من الكتاب السنوى السادس والأربعين للجمعية الأهلية للدراسات التربوية (١) . وقد أشرنا فيما سبق بايجاز الى بعض هذه النقاط :

الطفل كباحث :

اذا كان الطفل باحثا بطبيعته ، فانه ينبغى بكل تأكيد أن ندعه يبحث . كما ينبغى تشجيع نزعته نحو تناول الأشياء وتجربتها ، ومعرفة ماقد يحدث لها تحت الظروف المختلفة ، وحلها وتركيبها — ى توجيه هذه النزعة نحو ميادين التحصيل النافعة . فلنحاول أن نحفظ هذه النزعة حية عن طريق تهيئة الفرصة أمامها لكى تنمو وتتكون وذلك بدلا من قمعها ، حتى اذا ماتخرج التلميذ فى المدرسة الابتدائية كان قد قضى عليها تماما . وتسير كثير من مدارسنا على النهج التقليدى فى دراسة العلوم ، حتى ان الأطفال ذوى النزعة الطبيعية نحو العمل وتناول الأشياء يجب عليهم أن ينتظروا حتى يوم الجمعة (العطلة) قبل أن يستطيعوا التعبير عنها . ويجب علينا أن نعلم قبل كل شىء أن هذه النزعة التى لدى التلاميذ تعد نزعة قيمة ، وأنه ينبغى أن يكون لدينا قدر أكبر من النواحى العملية فى تدريس العلوم . ومعنى ذلك أنه يجب علينا العمل على توفير المعدات والوقت ، والمكان .

الطفل يستجيب لكل مشتملات بيئته :

تدل دراسات قبول الأطفال ، وملاحظات من اشتغلوا بذكاء معهم على أن أسئلة الأطفال تتناول جميع مافى البيئة من الأشياء والظواهر . وتدلنا مشاهدة برنامج « انظر واشترك وقل » فى مدرسة ابتدائية والاصغاء الى مايدور فيه على أن الأطفال يبدون شغفا وحماسة نحو الفلك والكهرباء والطائرات ومراكب الفضاء والحيوانات . فلابد أن تكون دراسة العلوم فى الوقت الحاضر أوسع من مجرد دراسة الوزة والبطة ، اذا كان عليها أن تأخذ فى اعتبارها مانعرفه عن ميول الأطفال .

المناشط الخيالية للطفل تساعد على نموه :

يجب أن يكون من الواضح أنه ، برغم أن العلوم تقوم على الدقة أو تعتمد بطبيعتها على

---

(1) Dr. Ralph Preston in Part I of the Forty-Sixth Yearbook of the National Society for the Study of Education.

الواقع ، فان مكتشفاتها قد تحققت نتيجة لاستخدام الخيال استخداما يتسم بالذكاء • وانه لولا نشاط الخيال لبقى كثير من المكتشفات والمخترعات فى مجاهل الغيب ، وعلى ذلك فلابد أن تهيىء دراسة العلوم الفرصة المناسبة لاستخدام الخيال ، ولادراك الفروق بين الواقع والخرافة •

يرحب الطفل بالاشتراك فى تخطيط مناشطه وتنفيذها :

لقد حاولنا أن نبين فى جميع توضيحاتنا لمفاهيم هذا الكتاب كيف يمكن أن يساعد الأطفال فى تخطيط طرق حلهم لمشكلاتهم ، وكلما تقدم بهم العمل فانهم يستمرون فى تخطيط تجاربهم ، وقراءاتهم وملاحظاتهم وغير ذلك من أنواع نشاطهم. فاذا وجهنا بعض الاهتمام نحو رغبة الأطفال فى الاشتراك فى الأعمال التى من الصعب أن نبالغ فى أهميتها (١) ــ فانه يجب علينا كمدرسين أن نقلل من اصدار القرارات الخاصة بالتخطيط وأن يعهد بمزيد من المسئولية الى الأطفال • وليس معنى ذلك أنه ليس للمدرس دور فى التخطيط • فالمدرس يعرف كثيرا من الأشياء التى ينبغى مراعاتها عند التخطيط ، وينبغى ألا يتردد المدرس فى استخدام معلوماته كلما بدت له فائدة ذلك •

يتبع كل طفل أسلوبه الفردى فى تكوين مدركاته :

لقد ذكرنا من قبل أنه ليس هنالك مايدعو لأن نتوقع أن يصل جميع الأطفال الى فهم أحد المدركات العلمية فى نفس الوقت • لذلك ينبغى أن نقوم بعملية التقويم على أساس فردى ، بقدر ماتسمح بذلك الظروف • ولما كان حل المشكلات فى العلوم ينطوى على كثير من أنواع النشاط المختلفة (التجريب ، الملاحظة ، القراءة ••• الخ .) كان ذلك ييسر عملية الاشتراك بالنسبة للتلاميذ ذوى الميول والقدرات المختلفة • فكل تلميذ تقريبا يستطيع أن يجد فرصة لتقديم شىء ذى قيمة فى حل احدى المشكلات •

الطفل يتعلم بالعمل :

اذا كنا نعتقد بأن الطفل يتعلم بالعمل • فان لهذا الاعتقاد مقتضياته الكبرى بالنسبة لتدريس العلوم • ويجب أن نقول مرة أخرى بأننا خلال هذا الكتاب نؤكد أهمية الأعمال الغرضية من جانب التلميذ ونقلل من أهمية الاستماع السلبى الى الاجابات •

الطفل يتعلم خلال محاولته تحقيق أغراضه :

من المقبول أن نسلم بأن الأطفال الذين يعملون على تحقيق غرض معين يستفيدون من أعمالهم أكثر من أولئك الذين لا يعملون لغرض ، وكلما كان الغرض أشد وضوحا بالنسبة للأطفال ، كان ذلك أفضل • وقد كررنا فيما سبق أهمية دراسة المشكلات التى تؤدى اجاباتها الى احداث تغيرات محسوسه بالنسبة للأطفال •

---

(١) لعل المؤلف يريد أن يقول ان من الصعب انكار أهميتها • (المترجم)



الفصل الخامس

مشكلات وأسئلة حول تدريس العلوم

كلما ناقش المدرسون تدريس العلوم فى المدرسة الابتدائية فان بعض المشكلات والأسئلة تبرز دائما أمامهم • وبعض هذه المشكلات من النوع الكبير الذى يعد أساسيا ، وينبغى حله قبل آن نستطيع تحقيق أى تقدم فى هذا الميدان • والبعض الآخر من النوع المقلق الذى ينبغى حله لكى تسهل عملية التدريس وتهيأ للمدرس الثقة بالنفس • وهذه الأسئلة والمشكلات هى هى ذاتها بالنسبة للمدرسين ، سواء منهم من كان فى الشمال أو الجنوب ، وفى الريف أو المدن • وتكاد تكون هى ذاتها لمن يقوم منهم بالتدريس فى الصف الأول أو فى الصف السادس • وبعض هذه المشكلات والأسئلة يرجع الى الاعداد غير الصالح للمدرس فى المعهد الذى تخرج فيه أو غير ذلك من الأسباب.

ومع ذلك فان الذى يعنينا فى هذا المقام هو الاشارة الى بعض هـــذه المشكلات والأسئلة وتقديم الحلول،والاجابات العملية لها • وبرغم أن كل فصل فى هذا الكتاب يستهدف مساعدة المدرس على حل بعض المشكلات المتعلقة بمنهج العلوم ، فقد جمعنا فى هذا الفصل بعض الشائع من هذه المشكلات مما يحسن دراسته معا • ويتعلق بعض هذه المشكلات بالحصول على المواد اللازمة للعمل ، وبعضها بطريقة استخدام المصادر الموجودة فى البيئة ، وبعضهـا بتعرف العينـات المختلفة التى يحضرها التلاميذ باستمرار معهم الى المدرسة ، وبعضها يدور حول تنظيم البرنامج وما يتضمنه من تخطيط للدروس واختيـار للكتب المدرسـية واثارته لاهتمام التلاميذ •

والمشكلات والأسئلة التى يعالجها هذا الفصل قد تكرر ظهورها مرات عديدة سواء من الطلاب أو

من المدرسين الذين هم فى الخدمة ، ولذلك فقد جمعناها لكى نعالجها هنا •

أين أحصل على الأدوات العلمية

عند دراســة العــلوم يجد الأطفال كل شىء ميسرا أمامهم ابتداء من الابرة التى تستخدم فى عمل البوصلة الى الشوكة الرنانة التى تستخدم فى دراسة الصوت • ولــكن مشكلة الحصول على هــذه المواد والأدوات تبــدو كبـيرة أمام معظم المدرسين • وليست المشكلة مع ذلك من الجسامة كما نتصورها فى غالب الأحيان • واليك قليلا من الاشياء لكى تتذكرها ، وهى خاصة بالحصول على المعدات اللازمة لتدريس العــلوم فى المدرســة الابتدائية :

١ – يمكن الحصول على كثير من هذه الأشياء من منازل الأطفــال وغـيرها من الأماكن التى بالبيئة •

٢ – ينبغى أن تكون هــذه الأشياء من أبسط الأنواع •

٣ – يمكن استعارة بعض هـــذه الأشــياء من مدرسى العلوم العامة ، أو من أحد مدرسى الفيزيقا والكيمياء فى المدارس القريبة •

٤ – ينبغى شراء بعض هـــذه الأشياء ، وغالبا مايمكن الحصول عليها بسهولة •

ويجب ألا يكون لديك خوف من تناول هذه الأدوات • فكل ماينطوى تنــاوله عــلى خطورة ، ينبغى ألا يستخدم مطلقا كجزء من المعدات الخاصة بالمدرسة الابتدائية • ولست فى حاجة الى شىء من الأشياء التى لا يستطيع تلميذ الصف الثامن أو التاسع أن يتعلم طريقــة استخدامها فى مدى عشر دقائق • ويجب أن يكون ذلك من دواعى شعورك بالأمان والثقة • ويستطيع معظم الناس أن يدرسوا العـــلوم فى الصفوف الستة الأولى تدريسا ممتازا دون استخدام الأحماض ومصابيح بنزن وأمثالها من الأشــياء التى تســبب قلق المدرسين فى المدارس الابتدائية بسبب التعرض للأخطار •

وللحصــول على القــدر الكافى من الأجهزة والأدوات فانك تحتاج الى قليل من الأشياء التى لايمكن طلبها الا من المخازن الخاصة بالمواد العلمية. وليس طلب هذه الأشياء بالأمر الصعب بالنسبة للهاوى ، لأن الطريقــة الفنية لتحديد الأحجـام والمواصفات توجد عادة فى «الكتالوجات» العلمية. ولما كانت المدارس الابتدائية لا تحتــاج الا الى كميات صغيرة من المواد ، فقد يكون من اللازم أن يرفق المدرس « طلبية » المدرسة « بطلبية » احدى المدارس الثانوية المجاورة •

وبهذه الطريقة فان مدرس المدرسة الثانوية بما لديه من خبرة سوف يقدم المساعدة فيما يتعلق بما تطلبه المدرسة الابتدائية • وتوجد بالسوق مجموعات جاهزة من المواد ، وهى تحتوى على المواد الأساسية التى تم اختيارها وتعبئتها بحيث تكون معدة للاستخدام • ويجد كثير من المدرسين شراء هذه المجموعات أمرا مريحا وميسورا • وســوف نتناول فى الجزء الأخير من هذا القسم طرق العناية بهذه المواد والأدوات وطرق تخزينها •

والقائمة التالية من المواد المفيدة فى تدريس العلوم فى المدرسة الابتدائية قد نظمت فى جزءين وقسمت حسب المادة العلمية التى تستخدم فيها. وتكاد تكون هذه القائمة كاملة ، ومن الممكن جدا أن يسير التدريس سيرا حسنا دون وجود بعض هذه المواد • أما القدر الكافى من كل مادة فيتوقف جزئيا على المدى الذى يقرر التلاميذ والمدرس أن يســيروا اليـــه فى حل المشكلات المتعلقة بالمواد المختلفة • والفصول التالية من الكتـــاب توضح كيف تستخدم المواد فى أثناء دراسة العلوم •

مواد وأدوات متوافرة فى المخازن الخاصة بالمواد العلمية

١ ـ الكهربا والمغناطيسية

قطعة من الحجر المغناطيسى .

زوج من القضبان المغناطيسية .

مغناطيس كبير على شكل حذاء الفرس .

مغناطيس على شكل حرف U .

ابر تطريز .

برادة حديد .

بوصلة مغناطيسية .

ابرة مغناطيسية .

قضيب احتكاك زجاجى .

قضيب احتكاك من المطاط الجامد .

قطعة فراء لحك القضبان .

كرات ملونة من النخاع لتجارب الكهرباء الاستاتيكية .

محرك كهربى للعرض .

جهاز تليفون للاستقبال .

جهاز تليفون للارسال .

بطاريات جافة .

سلك نحاس معزول .

أزرار كهربية .

جرس كهربى .

مصابيح كهربية صغيرة وحوامل لها .

مفتاح كهربى (سكين) .

٢ ـ الهواء والجو

أحواض زجاجية .

أنبوبة بارومترية لها خزان وقمع لملئها بالزئبق .

زئبق .

٣ ـ الصوت والضوء

شوكة رنانة .

مرايا مقعرة وأخرى محدبة .

منشور زجاجى .

عدسة مكبرة قطرها ٤ بوصات أو أكثر .

جهاز خلط الألوان لبيان نتائج خلط الألوان.

مرايا مختلفة الأحجام .

آلة تصوير (صندوق) قديمة .

ضوء متوهج للتصوير .

عدسات مقعرة وعدسات محدبة .

مكبر صوت .

٤ ـ الحرائق والحرارة

جهاز الكرة والحلقة لبيان أن المعادن تتمدد بالحرارة .

قضيب مركب لبيان أن بعض المعادن تتمدد أكثر من غيرها عند تسخينها .

جهـاز لبيان أن الحرارة تنتقل داخل بعض المعادن أسرع منها داخل بعضها الآخر .

جهاز لبيان أن بعض المواد توصل الحرارة أكثر من غيرها .

٥ ـ الآلات

روافع (مفردة ومزدوجة) .

ميزان زمبرك ـ طاقته ٢٥ رطلا .

٦ ـ اجهزة ومعدات عامة

أقراص حـرارة (لاسـتخدامها كمصـدر حرارى فى حالة تعذر الحصول على موقد كهربى أو موقد كحولى) .

حامل حديدى ذو حلقـة مسـتديرة ، حجم كبير .

مسمار « قلاووظ » للحامل السابق .

حلقة حديدية ذات مسمار مثبت لاستخدامها على الحامل السابق .

شبكة معدنية بوسطها حرير صخرى لكى توضع فوق الحلقات أو الحامل ذى الثلاث الأرجل .

حامل ذو ثلاث أرجل .

ملقط لتناول الأجسام الحارة والمواد الكيموية.

حوامل لرفع الأجسام عند تسخينها .

ملعقة احتراق للحرارة والتجارب الكيموية.

موقد كحولي أو مصباح بنزن (مصابيح بنزن تستخدم فى حالة وجود الغاز فقط) كحول للموقد .

أنابيب من المطاط لمصـباح بنزن ، قطرها الداخلى ربع بوصـة (فى حالة وجود الغاز فقط) ، أربع أقدام .

سدادات من المطاط ، صلبة ، بها ثقب أو ثقبان، أحجام مختلفة، الرقم من ٢ الى ٦ .

فلين ، كبس به أحجام مختلفة ، مقاسات من ١٢ الى ٢٦ .

فلين ، كبس أحجام مختلفة ، مقاسات من صفر الى ١١ .

أنابيب اختبار ، ٦ × ٣/٤ .

مواسك لأنابيب الاختبار .

فرشاة لأنابيب الاختبار .

حامل لأنابيب الاختبار ، يسع ١٢ أنبوبة .

انابيب زجاجيـة ، القطـر الخـارجى ٦ ملليمترات (خمسة أرطال) .

أنابيب من المطاط تناسب الأنابيب الزجاجية، قطرها الداخلى (٣/١٦ من البوصة) .

انبوبة على شكل قمع .

مبرد ثلاثى (لقطع الأنابيب الزجاجية) .

زجاجـة مسـتديرة من الزجاج البايركسى (سعة ١/٢ لتر) .

برطمانات بطارية ، صغيرة وكبيرة .

قمع زجاجى قطره العلوى ١٠٠ مليمتر .

مخبار زجاجى مدرج سعته ١٠٠ سم مكعب .

جهاز قياس الحرارة (مئوى ـ يبدأ من ـ ١٠° الى ١١٠°) .

كؤوس من البايوركس – أحجام مختلفة .

حديد مسحوق .

« أطباق » خاصة بتربية الباكتيريا .

ورق عباد الشمس .

حصائر من الحرير الصخرى .

مواد يمكن الحصول عليها من مصادر محلية

تتكون القائمة التالية من المواد والأدوات من أشياء يمكن الحصول عليها من مصادر محلية (المنزل والمتاجر الشعبية والصيدليات ... الخ). وبعض الأشياء ، مثل أدوات المطبخ والأدوات الموسيقية سوف تستخدم بطبيعة الحال لفترة موجزة ثم ترد ، فى حين أن بعض الأدوات والأشياء الأخرى سوف تصير جزءا من المعدات المستديمة لغرفة العلوم :

١ – اشياء حية

حوض لتربية الأحياء المائية (به أسماك وقواقع ونباتات مائية) .

مكان لتربية الأحياء الأرضية (به نباتات

نامية ... الخ) ، مكان مناسب لتربية سلحفاة صغيرة ، أو ضفدعة ، أو سلمندر ، أو ثعبان صغير .

يرقات مختلفة الأنواع .

شرانق .

بذور (فول ، ذرة ... الخ) .

نباتات نامية (جيرانيوم ، بيجونيا ، أبصال ، صبار ... الخ) .

عش نمل لمشاهدته .

٢ – أدوات زجاجية

برطمانات مربى .

زجاجات لبن – أكواب زجاجية .

زجاجات مصابيح بترول .

فناجين واطباق .

قطع من زجاج الشبابيك يمكن تقطيعها الى أجزاء صغيرة .

٣ – متنوعات

ثقاب .

مقصات .

ملاعق شاى وملاعق طعام .

أحزمة من المطاط .

كرة من الدوبار .

قضيب حديدى أو مسمار كبير لعمل مغناطيس كهربى .

قطع من أنواع مختلفة من الأقمشة (حرير، صوف ، قطن ... الخ) .

أكباس كهربية محروقة مختلفة الأنواع .

محركات كهربية مستهلكة .

شموع مختلفة الأطوال .

رمل ، طمى ، دبال .

نموذج وخريطة للكرة الأرضية .

قطارة طبية .

قطع من المعادن المختلفة زنك ، وألومنيوم ، نحاس ... الخ .

بطاريات جافة مستهلكة .

أدوات كهربيـــة مســـتصلحة : سلك لعمل توصيلة . موقد كهربى صغير ... الخ. (للفحص) .

أكياس : ورق وسيلوفان .

صـــناديق ، من الخشب والكرتون : أحجام مختلفـــة ، لحفظ المـــواد وغـــير ذلك من الاستعمالات .

أصص أزهار (أحجام مختلفة) .

مرايا صغيرة .

لعب آلية توضح أسس الآلات .

قدور « حلل » مختلفة الأشكال والأحجام .

« مطاوى » وسكاكين .

طباشير ملون .

نشـــاف .

كـــرات .

أسلاك صلب ونحاس .

ضوء متوهج للتصوير .

موقد كهربى .

ابر .

كماشـــة .

مواسك للقبض على الأجسام الساخنة .

مضرب بيض .

بالونات من المطاط .

سيلوفان (شفاف وملون) .

أقفاص لتربية الدواجن .

عصى .

صناديق طباشير .

كسارة بندق .

أوتار .

ترمومتر مكسور لفحصه .

آلات موسيقية مختلفة الأنواع .

ورق لصق .

دبابيس مختلفة الأحجام .

أطباق مختلفة الأحجام .

٤ ـ مواد بنـــاء

مسامير ، مسامير معتادة ، مسامير «شيش» ، مسامير « قلاووظ » .

بويات وأنواع مختلفة من الورنيش .

مطرقة ، زرادية ، مبرد ، مفك ، وغيرها من الأدوات الشائعة .

غراء ومصيص .

الواح من الصفيح .

دهان ، زيت ، الوان مائية ، صور اعلانات.

ورق مرمل « صنفرة » مختلفة الأشكال والأحجام •

٥ ـ مواد كيموية

صودا ، ماء جير ، ملح طعام ، يود ، نشا ، صبغات ، حبر أحمر ، بارافين ، نوشادر (منزلى) ، كبريت مسحوق ، سكر ، خل •

٦ ـ مجموعات

فواكه وبذور • عشوش طيور (عملت فى الخريف) • صور علمية مختلفة الأنواع .

أوراق أشجار • صخور محلية ، معادن ، حفريات ، حشرات •

قواقع وغيرها من الكائنات البحرية •

كيف أعنى بالمواد والأدوات

من المشكلات الأخرى التى تواجه المدرسين فى المدرسة الابتدائية ، العناية بالمواد عند وجودها • فالمواد اذا كان يراد الاستفادة الحقة منها ، ينبغى أن تكون فى متناول اليد بحيث يمكن الوصول السريع اليها ، وهذا يتطلب وجود مكان مناسب لحفظها • بحيث يسهل الوصول اليها • وينبغى أن يتم هذا الحفظ فى داخل الفصل نفسه اذا أمكن ، سواء فى أحد «الدواليب»، أو فى مكان آخر • واذا كان يراد اقتسام المادة بين عدة حجرات ، فان استخدام صندوق أو وعاء قد يساعد على صيانة المادة من الضياع وتحقيق السهولة فى النقل •

وفى بعض الأحيان توجد « دواليب » مصممة تصميما خاصا ومرفوعة على حوامل متحركة لاستخدامها فى الحجرات التى لايوجد بها مكان خاص لاجراء التجارب • ومن الممكن أن يساعد التلاميذ على تصميم منضدة من هذا النوع وعملها• وقد قامت بعض المدارس بعمل مناضد من«دواليب» المطبخ القديمة وغطت سطحها العلوى بلينوليم مدهون • وليس من الضرورى أن تغطى بمادة لا تتأثر بالأحماض لأن الأحماض ليست شائعة الاستعمال فى المدرسة الابتدائية •

وتستخدم أدراج هذه الدواليب لحفظ المعدات •

ماذا يوجد من مصادر البيئة ؟

كثيرا ما يطلب من المدرسين أن يستعينوا بمصادر بيئتهم فى جميع مايقدمونه لتلاميذهم • والواقع أنه يوجد كثير من المواد فى البيئة القريبة مما يمكن الاستفادة منه بقدر كبير ، وبخاصة فى العلوم • ولكن أين توجد هذه الأشياء ؟ وكيف تأتى بها الى المدرسة؟وما المواد المناسبة؟تلك بعض الأمور التى كثيرا ما يسأل مدرسو المدرسة الابتدائية عنها • والواقع أن كثيرا من الأجهزة اللازمة لاجراء التجارب يمكن أن يحضرها الأطفال من المنزل • وقد يتعجب الانسان كيف يمكن أن يسهم البنات والبنون ، اذا أرادوا ، باحضار كثير من المغناطيسات والعدسات المكبرة وبذور نباتات الحدائق وعينات الحشرات والآلات الموسيقية وأمثالها من المواد والأدوات • وليس كل ذلك الا قليلا مما يتوافر فى البيئة ، ويمكن استخدامه فى تدريس العلوم •

وهنالك عدد لا يحصى من الأماكن التى يمكن



لابد من توافر المعدات العلمية • ويسطيع المدرسون أن يبحثوا عما يحتاجون اليه من المواد فى هذا المخزن الذى يقع فى مكان وسط بالنســبة للمدرسة • وتنظم المواد بحسب الميادين العلمية ، وتكتب عليها البيانات • وعلى الجدار بطاقات يسجل فيها التلاميذ ما يأخذونه من المواد وما يعيدونه منها ويشترك التلاميذ فى المحافظة على تنظيم المكان •

زيارتها ، والأشخاص الذين يمكن التحدث اليهم وغير ذلك من المصادر التى يمكن استخدامها اذا أخذنا فى البحث عنها وجعلنا التلاميذ يقترحونها ويساعدون فى الحصول عليها . أما مدى الاستفادة منها فيتوقف على اتساع أفق المدرس ومهارته •

وفى بعض الأحيـــان توحى جميع أعمالنا المدرســـية بأن ماندرسه لا يحدث الا فى أماكن نائية • وهذا يصدق أحيانا بصفة خاصة فى حالة العلوم ، ولكن ليس هنالك مبرر لمثل هذا العمل• فالواقع أن الغالبية العظمى مما يدرسه الأطفال فى العلوم يمكن مشاهدتها فى مساحة لا يتجاوز بعدها ميلا أو ميلين عن المكان الذى يدرس فيـــه التلاميذ • ولتوضيح هذا الأمر أكثر من ذلك ، نستطيع أن نقول أنه مامن شىء تقريبا مما يوصف فى الفصول «ب» المتعلقة بالنشـــاط فى هـــذا الكتاب ، الا ويمكن مشاهدته اذا نظرنا حولنا فى الغرفة التى نجلس فيها ، أو غادرنا المدرســـة وسرنا مســـافة ميل أو نحـــو ذلك وأخـــذنا فى ملاحظة ماحولنا ، أو تطلعنا فى أحـــد المنـــازل الحديثة أو المخازن أو قمنا بملاحظة احدى المزارع.

انك اذا أنعمت النظر فيما حولك فانك ســـوف تكون فى سبيلك الى مشاهدة كثير مما تقرأ عنه • وبالاضافة الى المقترحات المحددة الواردة هنـــا ، فهنالك كثير من المقترحات فى الفصول التالية • فكثير من الفصول مثـــلا تحتوى على قسم يطلق عليه « مصادر لبحثها » . وفى هذه الأجزاء سوف تجد كثيرا من الأمثلة المحددة للمصادر التى يمكن أن ينتفع بها المدرس •

المدرســـة

ان المدرسة ذاتها تعد من الأماكن المناسبة التى يمكن الحصول منها على ماتحتـــاج اليه من الأدوات العلمية • ومن المهم أن يكتشف التلاميذ هذه الأشياء فى المدرسة ، لا لتوضيح الأفكار لدى التلاميذ فحسب ، ولـــكن لأن المشـــاهدة تجعل التلاميذ يدركون الى أى حد تعد العلوم حقيقية •

ان التلاميذ يدرســـون كيف تنتقل الحرارة وكيف يعمل جهاز التدفئة (انظر فصل ١٨ «ب») ولا شك أن الأشكال التوضيحية التى فى الكتاب

تعد مفيــدة ، وأن التجارب هامة ، وأن القراءة ضرورية أيضا . ولكن الحرارة تصل الى غرفتهم فى المبانى التى بها جهاز مركزى للتسخين ــ من مكان آخر ــ من أحد الأفران فى مبنى آخر ، أو من مكان يقع فى أسفل المبنى الذى يدرس فيــه التلاميذ ، أو قد تصل الحرارة من مدفأة فى نفس الغرفة . فلمــاذا لا نبحث ؟ لا شك أن معــاون المدرسة سوف يساعدك . فقم برحلة الى غرفة الفرن بالمدرسة ان كان بها هذا النوع من التدفئة وانظر ، وتتبع الأنابيب التى تصل الى الغرفة ، وحاول أن تكتشف كيف تتحرك تيارات الهواء فى الغرفة . ان هذه المناشط وأمثالها تجعل المشروع الذى يدرس يتسم بالواقعيــة وتجعل العــلوم حقيقية فى نظر الأطفال .

ويقوم التلاميذ بدراســة الكهرباء (فصل ٢١ «ب») فيدرسون المنصهرات ، والضــوء ، والأجسام الموصلة للكهرباء ، والأجسام العازلة . والمفاتيح ، والعــدادات . فاذا كانت المدرســة تستخدم الكهرباء فمن السهل مشــاهدة جميــع هــذه الأشياء . ولا شك أن المعاون يستطيع أن يدلك على مكان صندوق المنصهرات (الأكباس) ويستطيع أن يغير أو يصلح أحد هذه المنصهرات، ويعرف أين يقــع العداد وكيف تعمل المفاتيح ، وأشياء كثيرة أخرى . ولا شك أن مشاهدة هذه الأشياء تساعد على جعل ظواهر الكهرباء تخرج من عالم الكتب الى عالم الواقع ، وتناسب عقلية الأطفال .

ويقوم التلاميذ بدراســة التغيرات الكيموية (فصل ١٦ «ب») . فيلاحظون عمليــة الصــدأ والاحتــراق ويلاحظون نواتج التغيرات الكيمــوية المختلفة (الزجاج ، والورق الخ) التى بالغرفة ، ويفحصــون آلة اطفــاء الحرائق ليروا كيف تعمل نتيجة لبعض التفاعلات الكيموية ، كما يلاحظون كيف نسيطر على التفاعلات الكيموية غير المرغوب فيها ونشجع التفاعلات المفيــدة . والواقــع أن هنــالك كثــيرا من الأمثــلة للمواد والأدوات العلمية التى يمكن أن نجدها أينما ولينا وجوهنا فهنالك زجاجات الترموس والأجراس الكهربيــة والروافع وغيرها من الآلات البسيطة والسبورات وحوامل المصــابيح الكهربية والآلات الموســيقية والنباتات وأوانى الضــغط المستخدمة فى مطعم المدرسة وأجهزة الراديو والتليفونات والأحواض المائية وغيرها مما لا يحصى من الأشياء .

حــول المدرســة

ان كثيرا من الأدوات العلمية تقبع حــول المدرسة . فلا تنس أن تتطلع من نافذة الفصل ، وستجد بفناء المدرسة أيضا ، كثيرا من الأدوات العلمية . وكثير منها له فائدة محققة فى تدريس العلوم .

فاذا كان التلاميذ يدرسون مثلا تأثير عوامل التعرية فى سطح الأرض وسقط المطر بغزارة ، فان جولة الى حافة الفناء قد تكشف عن تكوين مجرى مائى مؤقت يحمل الماء الأسمر الذى يشبه القهوة وتجرف أمامه الطبقة العلوية من التربة التى تغطى الفناء . واذا ملأنا مخبارا زجاجيا بهذا الماء ونظرنا اليه خلال الضوء ، فقد نستطيع أن نكتشف سبب اكتسابه للونه الخاص . فاذا تركنا الماء داخل الاناء نحو ساعة فان التربة تترسب الى القاع . وتتغطى جوانب الفناء المرصوفة بطبقة من التربة التى اكتسحتها الأمطار من الفناء أو الملعب . فهذا مثال حقيقى يوضح ماتفعله عوامل التعرية . وقد تنكشف طبقــة التــربة عن بعض الأجزاء ولا شك أن مشاهدة هذه الأجزاء ومحاولة وقف عملية التعرية باستخدام الوسائل المناسبة يعتبر بداية حقيقية لفهم أســاليب المحافظة على التربة .

ويقوم التلاميذ بدراســة الحيوانات وكيف تعيش معا . وعلى الأرض التى تطل عليها النافذة توجــد مملكة من ممالك النحل . ويكون النحل فيها مشغولا برعاية البيض وحراســة الملكة ،

وتقديم الغذاء لها ، والحصول على طعامه ، وغير ذلك من الأعمال التى يقرأ عنها التلاميــــذ • ان مشاهدة أفراد النحل باستخدام عدسة مكبرة ، وملاحظتها وهى تحمل الغذاء ، وتبنى الأنفاق ، وتقديم الغذاء لها ، تعد جميعا من أنواع النشاط التى تجعل ماتقوله الكتب يبدو حقيقيا وواقعيا الى حـد كبير •

وهنالك أشـياء كثـيرة أخرى تنتظر من يكتشفها فى فناء المدرســة : فهنالك الأشجار وغيرها من النباتات التى تمر بدورتها الســنوية من النمو الى الحمول ، وهنالك الطيور والحشرات والحيوانات الأخرى • وهنالك الأراجيح بمختلف أنواعها مما يوضح بعض المبادىء العلمية، وهنالك النباتات ذات التحورات الخاصــة ، والأزهار ، والصــخور وأحواض النباتات ، وهنالك الندى وغيرها من المواد التى تترسب ، وهنالك الفطريات والعقديات التى على جـذور البرسيم ، وهنــالك أنواع مختلفة من المتربة ••• الخ • ولا شك أن استكشاف هذه الأشياء يساعد على نقل الأفكار العلمية الى عالم الحياة ، كما يساعد التلاميذ على تذوق هذه الظواهر والدراسات وحسن تقديرها•

فى المنزل

يستطيع أن يجد الأطفال فى منازلهم أمثلة كثيرة للأشياء والظواهر التى تقدم لهم المدرسة دراسات عنها • فالأطفال يدرسون مثلا الآلات وكيف تساعد فى أداء العمل • والبيوت الحديثة تحتوى على كثير من الأشياء التى تستخدم عادة لتوضيح المبادىء عن القوة والشغل • ففى المطبخ توجد مضارب البيض وفتاحات العلب والسكاكين « والبريمات » وغيرها من الأدوات . وفى المتاجر توجد المطارق والمناشير والقواديم . وفى الجراجات توجد الآلات التى تستخدم لرفع السـيارات ، وغيرها من الروافع • فى الطابق السفلى من البيت توجد آلة غسل الثياب وقطع الحشائش • وقد توجد مضخة ، وأدوات للمزرعة ، وطاحونة هوائية وروافع لتحميل الدريس ، « وسقايل » لتحميل الماشية ، وموازين للوزن ، وروافع لتعليق الثياب أو تخزين الدريس • وجميع هذه الأشياء تؤدى بطريقة مفيدة وعملية •

ويدرس التلاميذ كيف نسـتخدم النباتات فى حياتنا اليومية • فهم يقومون بتسجيل الأنواع المختلفـة من النبـاتات التى تنمو فى حـدائقهم المنزلية أو مزارعهم • ويبحثون فى دواليب المطبخ عن أمثلة من التوابل والأعشاب•وعندما يدرسون كيف تتلاءم النباتات للبيئة فانهم يقتلعون بعض النباتات الصحراوية ليفحصوا جذورها الطويلة ، ويحضرون الى المدرسة أنواعا مختلفة من الأوراق لفحصها ، كمـــا يحضرن نباتات ذات تحورات خاصة لكى توضح الأفكار التى يدرسونها •

ويحتوى المنزل غير ذلك من المصادر العلمية مثـل أجهزة التسـخين والاضـــاءة ، والدواجن وحيوانات المزرعة ، ووســائل مقاومة الحشرات وأنواع الوقود •

فى البيئة

ما من بيئة من البيئات الا وهى غنية بأشياء لا يمكن الاستغناء عنها فى تدريس العلوم تدريسا جيدا • ولا تقتصر هذه الأشياء على الأماكن التى يمكن زيارتها ، بل تضم أيضا الأشخاص الذين يمكن استشارتهم • واستخدام شخص كمصـدر للمعلومات يلقى مسـئوليات معينة على كل من المدرسين والتلاميذ • فتوجيه الدعوة ، والتمهيد لاشتراك المستمعين آشـتراكا ايجابيا ، وتقديم الزائر الى الجماعة وتنظيم فترات الأسئلة ، كل ذلك ينبغى أن يضع له المدرسون والتلاميذ الخطة المناسبة • فالتخطيط الجيد يعتبر أيضـــا أمرا ضروريا اذا كنا نريد أن يحقق التلاميـــذ أقصى فائدة من هؤلاء الأشخاص الذين نلجأ اليهم • فمن الممكن أن تعد مقدما قائمة بالأسـئلة لكى توجه العمل وتركزه فى أثناء المقابلة • فليس

هنالك مايدعو لأن نفترض أن الشخص الذى ركب بنفسه منظاره المقرب (التلسكوب) والذى يعرف عن المريخ أكثر من أى شخص آخـر بالمدينـــة يستطيع أن يتحدث حديثا مفيدا لتلاميذ الصف الخـامس • وغالب الظن أنه لم يلتق منـــذ كان تلميذا بمثل هــذا العدد من البنين والبنات فى غرفة واحــدة وأن لديه فكرة واهية عن ميولهم وقدراتهم • ولا شك أن امداده بقائمة من الأسئلة وتحدث المدرس اليه قبل هذا المشهد سوف يكون خير عون له على أداء المطلوب •

واذا تدبرت الأمر فانك تستطيع أن تعمل قائمة مستفيضة بالأماكن التى يمكن زيارتها فى بيئتك مما يمـــكن أن يؤدى الى نتائج طيبة من حيث الخبرات التى تؤدى اليها • ومن المحتمل أن تتضمن هذه القائمة محطة تنقية المياه ، والمطار ، والمصانع ، والمتاحف ، ومحطات الأرصاد الجوية ، والحدائق ، ومحطات الاذاعة ، والمبانى الحكومية ، ومحطات تربية النباتات ، ومحطات تربية الطيور ، والأسواق • ونحب أن نؤكد مرة أخرى أن قيمة هذه الزيارات سوف تزداد كثيرا نتيجة للتخطيط الدقيق الذى يقـــوم به التلاميـــذ والمدرس عند محـــاولتهم الاجابة عن بعض الأســـئلة مثل : ماالترتيبات التى يجب عملهـــا قبـــل القيـــام بالرحلة ؟ كيف نحافظ على أمان التلاميذ وقواعد الأدب واللياقة فى أثناء الرحلة ؟ كيف نستفيد من وقتنا الى أقصى حد ؟ ما الأشياء التى نريد أن نستطلعها ؟ كيف نستطيع أن ننظم هذه المعلومات الى أقصى حد ؟ كيف يمكن أن نستفيد مما وصلنا اليه بعد الرحلة ؟

والأمثلة التى ذكرناها لأماكن الزيارة فى البيئة يحتمل أن تكون أكثـــر توافرا فى المدن الصغيرة والكبيرة • ومع ذلك فهنالك كثـــير من الأماكن الأخرى التى يمـــكن زيارتها فى المناطق الريفيـــة أو فى القرى التى تغلب عليها الطبيعة الريفية • فمن هذه الأماكن : أحـــد المحاجر أو أماكن استخراج الحصى والزلط حيث يمكن جمع الصـــخور والحفريات ومشـــاهدة طبقات التربة المختلفة ، احدى الغابات حيث يمـــكن مشاهدة النباتات وادراك علاقاتها ببيئاتها وحيث يمـكن أن تتم دراســـة المحافظة على الثروة الطبيعيـــة بصورة واقعية ، احدى المناطق التى دهمها الحريق حيث يمكن مشاهدة الآثار المدمرة للحرائق ، وأحد الحقول حيث يمكن فحص النباتات وجمع الحشرات وملاحظة آثار التعرية ، وأحد المبانى فى أثنـــاء تشييده حيث يمكن ملاحظة الآلات فى أثنـــاء عملهـــا وعملية العزل وتركيب أدوات التـــدفئة والمعدات الكهربية وأمثالها ، واحدى ورش تقطيع الأخشاب حيث تستخدم الآلات وتدرس الأشجار وتشاهد نتائج العناية بالثروة أو عـــدم العناية بها ، واحدى المزارع حيث توجد بعض مشكلات تربية الحيوانات والنباتات وحيث يتم كثـــير من العمليات العلمية الأخرى ، واحدى الحدائق حيث يمكن مشاهدة تطبيق المبادىء العلمية على نمو النباتات ومقاومة الحشرات ، وأحد المناحل حيث يمكن مشاهدة المعيشة الجماعية للحشرات •

وليس كل ذلك الا قليلا من الأماكن التى يمكن زيارتها،والأشخاص الذين يمكن استشارتهم والملاحظات التى يمكن جمعها لكى يدرك الأطفال أن الأشياء التى يدرسونها فى العلوم تحدث فيما حولهم كل يوم • ولن تكون مشكلة الحصول على المواد الايضاحية والتجريبية التى يستطيع الأطفال استخدامها بالصعوبة التى قد تبدو عليها اذا ما دربنا أنفسنا على أن نستفيد مما لدينا • وسوف تجد فى فصول «ب» المتعلقة بالنشاط فى الأجزاء الثانى والثالث والرابع من هذا الكتاب كثيرا من المصادر الاضافية للمواد ، كما سوف تجد أقساما خاصة تسمى « مصادر لبحثها » •

ولكن كثيرا من المدرسين الذين ليس لديهم خبرة فى تدريس العلوم يقولون بأن هذه المقترحات تبدو سهلة الاتباع اذا حدد لهم طريق اتباعها • ولكنهم لا يستطيعون أن يفكروا فيها بأنفسهم • وهذا أمر متوقع على أن تنفيذ المقترحات المقدمة



ليست هـــذه مجرد مجموعة من القواقع والصـــور · لقد استخدم التلاميذ صورا من مجلة « لايف » للاستعانة بها فى التعرف على القواقع التى جمعوها · ثم عرفوا كيف تتلاءم هذه الحيوانات مع ظروف بيئتها : كيف تنمو وتتكاثر وتحصل على غذائها وتتحرك · انهم يتعلمون كيف يختبرون معـلوماتهم ، وكيف ينظمونها ·

فى هـــذا الكتاب حرى أن يســاعد المدرس على اكتساب عادة دقة الملاحظة · والمقترحات التالية سوف يكون لها أض ا ؛ائدة كبيرة : ابدأ بأحد الميادين العلمية التى تعتبر أنها ليست غريبة عليك · ثم اعمل قائمة بالمفاهيم الكبرى التى تريد أن تكونها (انظر القوائم الموجودة فى نهاية الفصول المعنونة «أ») · استخدم هذه القائمة كأســاس للكشف والاســتطلاع · احصــل على المساعدات التى يقدمها لك التلاميذ فى فصلك والآباء وتلاميذ المدارس الثانوية ومدرسو العلوم وغيرهم ·

كيف أعرف الأشياء

هنالك مشـــكلة تواجه كثيرا من مدرسى المدارس الابتدائية وهى كيف يعرفون أســـماء الأشياء التى يحضرها التلاميذ معهم الى المدرسة · اننا نشجع التلاميذ دائما على احضار الأشياء الى المدرسة لاستخدامها فى دراسة العلوم ، ولعل أول مايتبادر الى ذهن الطفل عندما يحضر حجرا أو حش ة أ. غير ذلك من الأشياء هو أن يسأل عن اسمها · والاجابة على هذا السؤال تعد من الأمور الصعبة بالنسبة لكثير من المدرسين ، واذا كنت قد قمت بالتدريس فى احدى المدارس الابتدائية ، فلا شك أنك مررت بنفس الموقف الذى مرت به احدى المعلمات كما سنصوره فى الفقرة التالية ·

أما اذا لم تكن قد قمت بالتدريس وسوف تقوم به فيما بعد فلا شك أنك سوف تقدر الصعوبة التى تواجهها هذه المعلمة :

« لقد رأيت هذا الصباح طائرا غريبا قابعا على شجرة فى الفناء الخلفى لمنزلنا · وكان هذا الطائر أســود على أبيض وكان صـــوته رائعا · فما هو ؟ » · ويسألها طفل آخر « ان أخى يقول ان هذا الصخر هو « ذهب المغفلين » · فهل هــذا صحيح ؟ » وفى الربيع يحضر الأطفال معهم عينات مختلفــة من الأزهــار الذابلة ويطلبــون معـرفة أسمائها ، ولكن هذه المعلمة لا تعرف أسماءها ·

ليس من الممكن لأى مدرس فى المدارس الابتدائية أن يعرف أســـماء جميع الحشرات أو الأزهار أو النباتات أو الصخور التى تأتى الى المدرسة · فهنالك عدة مئات من أنواع الطيور التى يحتمل مشاهدتها فى كل منطقة تقريبــا · وعدد الأنواع من الحشرات التى يمكن أن توجد فى أى منطقة لا يحده حصر · والنباتات المختلفة فى كل منطقة تعد بالآلاف · فالواقع أن العلماء قد حققوا ووصفوا منها ما يربو على ٢٢٥٠٠٠ من أنواع مختلفة · فلا عجب اذن أن يسأل الأطفال عن أسماء الأشياء فيقول المدرس بأمانة : «لاأدرى». ولكن دعنا نضف الى ذلك هذه العبارة : « دعنا نجد وسيلة لمعرفتها » · وعندئذ نستطيع أن

نساعد الأطفال على أن يتعلموا كيف يبحثون ويجدون ·

وقبل أن نذهب بعيدا فى عملية البحث ، دعنا نلق نظرة على الكائنات الحية فى العالم لكى نرى هل من الممكن أن ننظم هذه الملايين منها بعض التنظيم · فمن المهم أن يعرف الأطفال أولا أن جميع الكائنات الحية فى العالم تنقسم بحسب خواصها الى أقسام · والقسمان الكبيران ، هما بطبيعة الحال « الحيوانات والنباتات » ·

وتستطيع أن تعرف من أى كتاب تقريبا من كتب الأحياء الأولية أن الحيوانات تنقسم الى قسمين تبعا لوجود عمود فقرى بها أو عدم وجوده. فالقواقع والفراشات ونجوم البحر وغيرها من الحيوانات التى ليس لها عمود فقرى تسمى : اللافقريات · أما الحيوانات التى لها عمود فقرى فتسمى الفقريات : والحيوانات اللافقرية شائعة فيما حولنا · فهنالك الحيوانات الاسفنجية والحيوانات ذات الأصداف ، والديدان ، والحشرات والعناكب ، والقشريات مثل الجمبرى وأبو جلمبو. وما كل أولئك الا قليل من أمثلتها ·

وهنالك ، كما قد تعلم ، خمس فصائل من الفقريات · وهى مقسمة تبعا لخواصها كما يأتى :

الزواحف : وتتنفس بالرئات ، وهى من ذوات الدم البارد ، ومغطاة بالحراشيف أو الصفائح العظمية · ومن الزواحف الشائعة الثعابين ، والسلاحف والعظاءات « السحالى » ·

البرمائيات : وهى أيضا من ذوات الدم البارد · وهى جميعا تقضى جزءا من حياتها فى الماء ، ولها جلد رطب خال من الحراشيف · ويمكن أن تتذكر ما تعرفه عن الضفادع فهى من البرمائيات ·

وتعد حيوانات السلمندر كذلك من البرمائيات ، ولكن كثيرين من الناس يخلطون بينها وبين العظاءات « السحّالى » ·

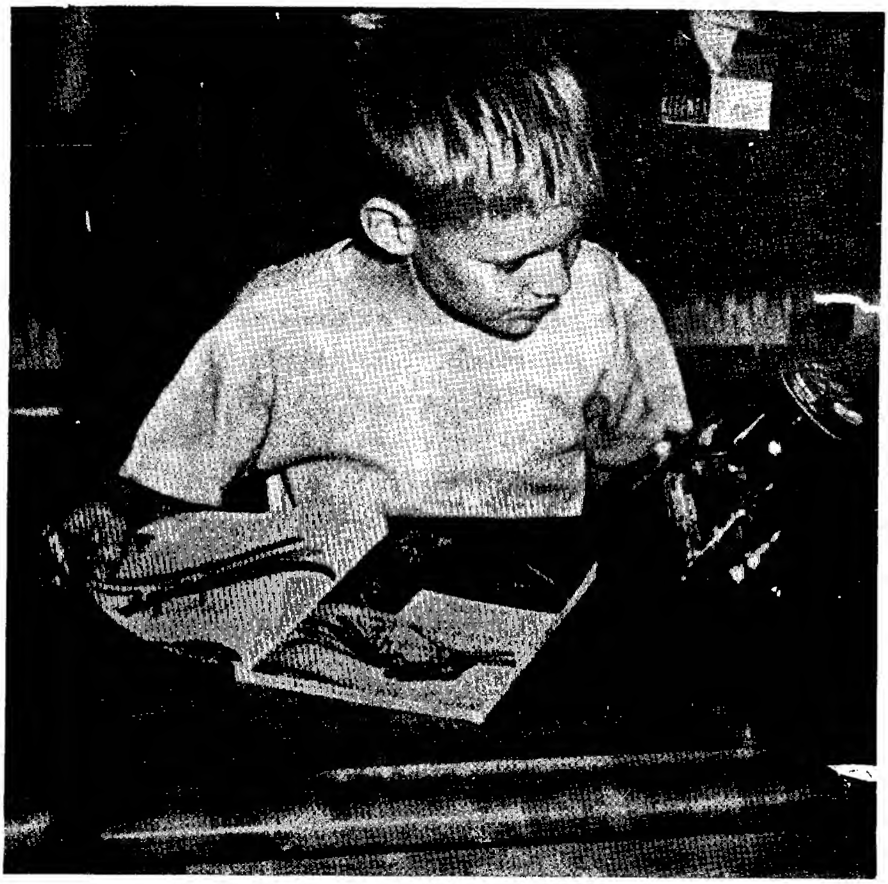
الطيور : وهى أيضا من الحيوانات الفقرية ، وهى من ذوات الدم الحار ، ولها ريش ، وتتنفس بالرئات · ويشتمل هذا القسم على جميع الحيوانات المغطاة بالريش ابتداء من العصفور الى النعامة ·

الأسماك : وهى أيضا من الحيوانات الفقرية ، كما يعلم كل من أعد احدى الأسماك لكى يأكلها · وهى من ذوات الدم البارد ، ولمعظمها قشور تغطى أجسامها · وهى تعيش فى الماء وتتنفس بالخياشيم ·

الثدييات : وهى قسم آخر ويغطى الشعر أو الفراء جميع سطح جسمها أو جزءا منه · ولها غدد لبنية · والسنجابى ، والقطط ، والأبقار ، والجمال ، تنتسب الى هذا القسم ·

فلنعد الآن الى معرفة اسم أحد الحيوانات التى يحضرها طفل من الأطفال الى المدرسة · وأول ما ينبغى أن نتذكره هنا ، هو أن تسمية الشيء ـ كما ذكرنا من قبل ـ ليست هدفا فى ذاته ، وأننا نحتاج الى معرفة اسم الشيء لكى نعرف المزيد عنه · فلعلنا نستطيع أن نحاول ، بقدر الامكان ، معرفة نوع الحيوان (من الثدييات أو الزواحف ... الخ) · ولمعرفة ذلك نحتاج الى ملاحظة الحيوان بعناية لمعرفة خواصه · وهذا يضعنا فى بداية الطريق نحو الملاحظة الدقيقة ، وما ان نبدأ الملاحظة حتى نبدأ أيضا فى تعلم أشياء جديدة بالاضافة الى الاسم · وعن طريق هذه الملاحظة الدقيقة ، يستطيع التلاميذ غالبا أن يقرروا على الحيوان من الفقاريات أو من الدعاريات ، واذا كان فقاريا فالى أى قسم من الأقسام الخمسة السابقة ينتسب ·

ولكن الأطفال يريدون أن يعرفوا أكثر من مجرد القسم الذى ينتسب اليه الحيوان . انهم



لا شك أن هذه الحشرة هى «فرس النبى» انها تشبه الصورة ، وتسلك كما هو مسجل فى الكتاب ، وقد وجدت فى المكان الذى أشار الكتاب الى احتمال معيشتها فيه • ان هـــذا التلميذ يتعلم كيف يحصل بنفسه على معلومات.

يريدون معرفة اسمه • وللوصول الى ذلك لابد من مزيد من الملاحظة ، والنظرة العابرة لاتكفى لتحقيق هذه الغاية • وانه لجزء من التكوين العلمى للطفل أن يتعلم كيف ينظر ويلاحظ بحرص ودقة حتى لا يقول ، لمعلمته : رأيت طائرا غريبا يحدث صوتا مضحكا • فما هو ؟ وفيما يلى ــ على سبيل المثال ــ بعض الأشياء التى ينبغى أن يتعلم التلاميذ ملاحظتها فى أى طائر اذا كانوا يريدون معرفته : شكله العام ــ ومن ذلك حجمه وشكله وما عليه من ألوان ، ورأســـه ، من حيث اللون ، القمة ، وشكل المنقار ، أقدامه من حيث النسيج الذى بين الأصـــابع : والحجم • الموطن : هل يعيش فى المستنقعات أو الحقول أو المبانى أو الغابات • طعامه : البذور ، الفواكه ، الديدان ، أو الحشرات فهذه بعض الأشياء التى نبحث عنها مع الأطفال عند قيامنا برحلات لمشاهدة الطيور •

ولعلك تشعر بأنك لا تزال غير قادر على أن تتعرف كثيرا من الطيور الشائعة برغم معرفتك لكل هذه الأشياء • وهـــذا أمر طبيعى بسبب كثرتها • ويمكن للمعلم أن يطلع على بعض المراجع التى تســـاعده على تعرف الطيـــور وغيـــرها من الحيوانات •

والألوان المستخدمة فى هذه الكتب ليست دائما دقيقة ، بل انها ليست كذلك حتى فى بعض الكتب ذات الأثمان الباهظة.ولكن الأوصاف واضحة • واذا حاولت تطبيق ملاحظاتك بدقة على هـــذه الأوصاف فان ذلك كفيل أن يقربك من النجـــاح • ونحب أن نقول مرة أخرى ان من العادات العلمية الطيبة أن نقول : « أظن » أو نستطيع أن نقول فى ضوء مانعرفه ، وذلك حينما تحاول أن تتعرف شيئا ولا تكون متأكدا منه •

ولا تنسى أنه غالبا ما يوجد بالبيئة أشخاص كأحد الآباء ، أو أحد المدرسين ، أو غيرهم ممن يشتغلون بهواية معرفة أسماء كل ما تقع عليه العين • وهؤلاء الأشخاص يمكن الاستفادة منهم بصورة كبيرة • كما يمكن الاستفادة من المتحف المحلى •

وهذه البرطمانات الزجاجية ذات الأغطية المثقبة التى يضع فيها الأطفال حشرة أو اثنتين ويحضرونها الى المدرسة تعتبر هى الأخرى من المشكلات الخاصة بالتعرف • ومرة أخرى فاننا لا نبحث عن مجرد الاسم ، ولو أن هذا قد يكون نقطة البداية • فكما فى حالة أى شىء تريد معرفة اسمه ، حاول أن تعرف أولا الصفات المميزة • اختبر الأرجل والأجنحة والرأس وحاول أن تعرف أين وجدتها وأى شىء آخر عن عاداتها.وهنا تسنح الفرصة للمشاهدة بقصد معرفة وجوه الشبه والخلاف • ففيم تتشابه جميع الحشرات ؟ وفيم تختلف الحشرات عن الطيور ؟ ولماذا لايعد العنكبوت حشرة ؟ ومن الممكن أن تهيىء العينات التى تأتى الى المدرسة جميع الأنواع من الخبرات القيمة التى توصل الى تحقيق الأهداف التى تناولناها فى الفصل الثانى •

وتوجد بعض الكتب الخاصة بتعرف الحشرات • واليرقات التى يحضرها التلاميذ معهم الى المدرسة ليس من السهل معرفتها • وبعض الأنواع الشائعة منها وهى التى تصنع الشرانق التى تخرج منها الفراشات مصورة فى المراجع • ومن الأشياء الشائقة محاولة اكتشاف ماذا تأكل هذه الحشرات ، وتغذيها ، واعطاؤها الفرصة لكى تتطور • ويكون تعرف الحشرة فى طورها اليافع أسهل منه فى الأطوار الأخرى • واذا لم تكن تعرف ماذا تقدم لليرقة من الغذاء ، فاطلب من الطفل الذى وجدها أن يحضر أوراقا من المنطقة التى وجد بها الحيوان ، ثم حاول أن تجرب لكى تكتشف الغذاء المناسب • وهذا الاكتشاف يعد فى حد ذاته خبرة قيمة •

فلنكتف الآن بهذا القدر عن تعرف الحيوانات • ونقترح عليك استخدام بعض المراجع المنتقاة ، وأن تحاول أن تكتسب أنت وتلاميذك عادة الملاحظة الدقيقة للخواص •

والنباتات أيضا تقسم تبعا لخواصها • وتصنيف النباتات تصنيفا دقيقا الى أقصى حد يساعد على معرفتها • والوصول الى اسم عينة من العينات يتوقف على ملاحظتها بعناية ثم الاستعانة بكتاب أو شخص اذا لزم الأمر • فليس هنالك مدرس يستطيع أن يعرف أسماء جميع الأشياء التى ترد الى الفصل • وعملية اكتشاف الاسم تكون أكثر فائدة اذا كان المدرس نفسه لايعرفه •

والنباتات المزهرة يمكن تعرفها بنفس الطريقة التى نتعرف بها الحيوانات • فلا تتسرع فى استنباط النتائج ، فليس مجرد اتفاق العينة والصورة فى اللون والمظهر العام مبررا كافيا لمعرفة اسمها • فانظر بعناية الى الخواص التركيبية : انظر الى الأوراق من حيث الشكل والحجم ، وكيف تنمو من الساق ، انظر الى الزهرة من حيث اللون والحجم والشكل وعدد الأجزاء وترتيبها ، والى البيئة من حيث هل هى شاطئية أم مرتفعة ، وتأمل نوع التربة وحاول أن تعرف هل يعيش النبات فى الظل أو الشمس ؟ وغير ذلك من الصفات المميزة •

وهناك كثير من الكتب القيمة الرخيصة المخصصة لتعرف النباتات والأزهار فدع التلاميذ يساعدوا فى عملية التعرف بمقارنة الصورة بالعينة وعن طريق المساعدة فى قراءة الأوصاف فان ذلك يهيىء خبرة قيمة فى الملاحظة والقراءة والموازنة ومعرفة وجود الخلاف ، وهنالك عدة مراجع طيبة عن الأشجار أيضا • استخدم نفس الخطة العامة لمعرفة الأشجار كما فى حالة الأزهار . وكتالوجات البذور تعد رائعة فى المساعدة على تعرف الأزهار المزروعة •

ومن الصعب غالبا تعرف الصخور التى يحضرها التلاميذ الى المدرسة • والخطة التى

قدمناها لمعرفة الكائنات الحية تعد مفيدة هنا أيضا فبفحص خواصها التركيبية تستطيع أن تحدد هل الصخور نارية أم رسوبية أم متحولة (انظر فصل ٧ «أ») . ومما قد يساعد أحيانا تكسير الصخر الى قطع باستخدام المطرقة ، وذلك لمشاهدة داخله واكتشاف مزيد من الأشياء حول تركيبه . ومما يساعد على تعرف الصخور أن تستعين بمجموعة من عينات الصخور والمعادن . والأصداف تعد أيضا من الأشياء التى يصعب معرفتها ولكن المراجع تستطيع أن تساعدك .

وسوف تستخدم الأسماء الشائعة فى تعريف الأطفال بالأشياء ، ولكن غالبا ما يحدث عندما يستخدم التلاميذ كتبا للتعرف ، أن يروا الأسماء العلمية ويسألوا عنها . وهنالك أسباب وجيهة ، بطبيعة الحال ، لاعطاء الأسماء اللاتينية واعطاء أكثر من اسم للشىء الواحد . فهنالك أولا ، أن الأسماء اللاتينية تعتبر أسماء موحدة ويستطيع العلماء قراءتها فى كل مكان . وهنالك أيضا أن الاسم الدارج قد يطلق على شىء معين فى احدى البيئات ، وعلى أشياء أخرى فى أماكن أخرى . ولما كانت الأسماء العديدة للشىء الواحد تسبب الارتباك ، فان الأسماء اللاتينية تضمن التوحيد للأغراض العلمية .

وهنالك غير ذلك من الأسباب التى يمكن أن نتناولها هنا ، ولكن هذا التوضيح يكفى بالنسبة للأطفال الذين يوجهون أسئلة حول الأسماء العلمية .

وهنالك شىء آخر حول تعرف الأشياء : لا تطلب من كل تلميذ فى الفصل أن يكون قادرا على معرفة عشرين شجرة ، وخمسة عشر طائرا ، وعشر حشرات ، وعشرين زهرة ، لكى يعد ناجحا فى العلوم . فلعلك تذكر أن هذا يعد أحد الأسباب التى تنفر التلاميذ من العلوم . فقد يكون من الممتع أن تعرف أسماء الأشياء عندما تدرسها . وعندما تستخدم الأسماء ، فانها تعلق تدريجيا بذهنك لأنك تكون قد استخدمتها مرارا وتكرارا . ولكن مما يثير الضجر أن يجلس الانسان ويحفظ أسماء خمسة عشر طائرا من صورها عندما لا يكون فى حاجة الى معرفتها . واذا كان أحد يحب أن يتعلم كيف يتعرف الأشياء ، وبعض الناس يحبون ذلك فانه لا ينبغى أن نثبط همتهم ، ولكن دعنا لا نتطلب من كل شخص أن يفعل ذلك لمجرد أن التعليمات التى فى نهاية أحد الفصول فى الكتاب تجعل هذا الاقتراح ضمن أنواع النشاط التى يمارسها التلاميذ .

ولكى نوجز ماذكرناه ، فانه اذا طلب الينا بيان اسم شىء من الأشياء التى لا نعرفها فاننا نهيىء الظروف لمشاهدته بعناية ولجمع كل مانستطيع جمعه من البيانات عنه ، ثم نأخذ هذه المعلومات ونطبقها على أحد المراجع ونصل فى النهاية الى معرفة الشىء بدقة .

فمعرفة الأشياء على هذا الأساس ، برغم أنه يعد مشكلة بالنسبة لكثير من المدرسين ، ليس من المشكلات التى لا يمكن حلها . وهو فى الواقع مشكلة نستطيع بقليل من التخطيط أن نجعل منها وسيلة للتعلم الجيد .

كيف أضع خطة لتدريس العلوم فى المدرسة الابتدائية

من المشكلات التى تحير كثيرا من المدرسين طريقة وضع خطة لكل درس من الدروس بحيث تتكامل هذه الدروس مع الموقف التعليمى بأكمله. وهنالك طرق عديدة لوضع خطط الدروس ، كما أن هنالك طرقا عديدة للتدريس . وهنالك أيضا أساليب مختلفة لتسجيل الخطط . وبعض هذه الأساليب شكلى وينطوى على التفاصيل ، وبعضها الآخر رمزى ويهتم بالصورة العامة . ولكن لماذا نضع خططا للدروس ؟ اننا نفعل ذلك لأسباب عديدة . فبعض المدرسين يضعون الخطط أساسيا لارضاء النظار ، وبعضهم الآخر يشعر بأنه فى

حاجة الى نوع من الدليل لكى يتبعه ويسترشد به . والواقع أننا لا نستطيع فى الغالب أن ندرس تدريسا جيدا دون تخطيط مبدئى • فنحن فى حاجة الى تدبر الطرق المختلفة للتدريس ، والاستعداد بما قد نحتاج اليه من المواد والأدوات وأن نحدد بعناية مانأمل أن يحصله التلاميذ • ولكن يجب أن تتذكر أن وضع الخطة للدرس ليس معناه أن المدرس سوف ينفرد بجميع التخطيط ولا يدع مجالا لاشراك التلاميذ فيه • وخطة المدرس سوف تهيىء كثيرا من الفرص أمام التلاميذ لكى يخططوا معا • وتذكر أيضا أنه عندما تبدأ العمل مع التلاميذ ، فان خطتك قد تتغير تغيرا كليا . ويكاد يكون من المحقق أن تتغير بصورة ما. وهذا معناه أنها سوف تتغير الا اذا كنت من الطراز العنيد الذى يطلب من التلاميذ ابداء الرأى ثم يسير فى خطته متجاهلا آراءهم • ومما يؤسف له أن هنالك مدرسين من هذا النوع •

ولتوضيح احدى طرق وضع الخطة لأحد الدروس ، دعنا نفرض أننا ندرس المغناطيس لتلاميذ الصف الرابع ، وأن التلاميذ قد عرفوا حتى الآن الأشياء التى يجذبها المغناطيس ، والأشياء التى تنتقل خلالها القوة المغناطيسية ، وكيف نمغنط ابرة بحكها على مغناطيس . وقانون المغناطيسية ، وأنهم قد قاموا باجراء بعض التجارب لتوضيح هذه الأشياء ، وقرءوا عنها فى كتبهم •

ولنفترض أن أحد التلاميذ قد أثار موضوع « البوصلة » وأن التلاميذ يريدون أن يصنعوا واحدة ، وأن هذا قد حدث فى نهاية الدرس السابق ، وأن خطتك اليوم ترمى الى عمل واحدة، وأنك لكى تجعل التلاميذ يفكرون فى شىء فى الفترة التى بين الدرسين قد اقترحت عليهم أن يحاولوا الوصول بأنفسهم الى طريقة لعمل البوصلة ، لا بصورة تعيين تقليدى ، بل لاتاحة الفرصة أمام من يتوافر لديهم الميل لكى يقوموا ببعض « البحث » •

وعندما تفكر فى خطتك فقد تفكر على النحو التالى : « أريد أن أبنى فوق ماحصله التلاميذ فعلا فى الدروس السابقة ، وأن أستغل مايمكن أن يقوموا به من البحوث خارج الفصل ، وأن أساعدهم على تنظيم معلوماتهم لكى يتوصلوا الى طريقة لعمل البوصلة ، ثم يقوموا بعملها ، وأن أساعد على اثارة بعض المشكلات الجديدة حول البوصلات وطرق استخدامها • وأهدافى الرئيسية هى : الابقاء على ميولهم حية والتأكد من أنهم يحصلون على بعض المتعة من ميولهم وحب استطلاعهم وتهيئة الفرصة أمامهم للقيام ببعض التفكير الدقيق وحل بعض المشكلات ، ولكى يروا أهمية العمل بحرص وعناية ، ومساعدتهم على دراسة البوصلة.وإتاحة الفرصة أمامهم ليروا أنهم يستطيعون أن يكتشفوا بأنفسهم اذا عرفوا السبيل الى ذلك » •

ولعلك سوف تضع خطتك بحيث تبدأ الدرس بأن تدع التلاميذ يتحدثون أو يعرضون بعض ما اكتشفوه خارج الفصل عن البوصلة • ومن الطبيعى أنك لن تعرف مقدما ما سوف يتقدم به التلاميذ من الأفكار • وسوف تكون أنت مستعدا لتقديم بعض المواد (مثل : ابرة ، اناء به ماء ، مغناطيس وقرص من الفلين) . اذا لم يتقدم بها أحد •

وغالب الظن أن أحد التلاميذ سوف يحضر معه من منزله بوصلة صغيرة • فاذا حدث ذلك فانه سوف يرغب فى عرضها على تلاميذ الفصل ويخبرهم بكل مايعرفه عنها • وبعض هذه المعلومات سوف يكون صحيحا ، وبعضها الآخر خطأ • وسوف يكون من خطتك أن تعمل ملخصا سبوريا يتضمن بعض الأشياء الهامة التى ذكرت . وغالب الظن أن التلاميذ سيتناولون بالنقد مدى دقة بعض هذه العبارات ، وسوف يكون من خطتك مساعدة التلاميذ على معرفة هل العبارات المذكورة صحيحة أم خاطئة • وسوف يكون من خطتك أن تجعل التلميذ الذى يتقدم ببعض المعلومات يبين لماذا يعتقد أنها صحيحة وسوف

تتضمن الخطة أن تسأل التلاميذ عما يقترحونه للتأكد من دقة العبارات . ويحتمل أنهم سوف يقترحون بعض التجارب أو القراءة أو سؤال بعض الأشخاص . وبعض هذه الأشياء سوف يتم داخل الفصل ، وبعضها سوف يؤجل الى وقت آخر فى المستقبل ، وبعضه سوف تقوم به جمعيات من التلاميذ تعمل مستقلة بعضها عن بعض فى أثناء ماالديهم من وقت الفراغ .

ويمكنك أن تبدأ عمل البوصلة بأن تدع أحد الأطفال يعرض الطريقة التى يظنها مناسبة لعمل واحدة . ثم تقوم بمراجعة مايقدمه للتأكد من أنه قد عمل البوصلة بطريقة سليمة (اذا كانت الابرة تشير نحو الشمال والجنوب) . أما اذا كانت البوصلة لا تعمل ، فمن الممكن أن يرجع التلاميذ الى كتبهم ليراجعوا الطريقة وليروا سبب ذلك . واذا لم يكن أحد قد أحضر معه شيئا من المواد ، فسوف يكون من خطتك أن تعرض ماجمعته أنت من المواد وتقول للتلاميذ شيئا مثل : « هل يستطيع أحد منكم استخدام هذه المواد ليصنع لنا بوصلة ؟ » ثم تخطط لكى تجعل التلميذ الذى يتطوع يبدأ بشرح خطته . ولكى تتأكد من أن كل تلميذ قد فهم هذه الخطة فقد تحتاج الى كتابة موجز لها على السبورة فى أثناء وصفه لها . وقد يضيف التلاميذ الى الخطة بعض المقترحات ثم يمكن بعد ذلك تنفيذ الخطة ومراجعتها .

أما اذا لم يتقدم أحد بخطة من عنده ، فانك تستطيع أن توجه اهتمام التلاميذ نحو المراجع التى يمكن أن يستدلوا منها على الطريقة . ومن الممكن عمل مجموعة من البوصلات فى نفس الوقت للتأكد من دقتها . ولكى تعطى الفرصة لعدد كبير من التلاميذ لكى يتعلموا عن طريق العمل ، فاذا تم صنع البوصلة (تمغنط الابرة بحكها فى اتجاه واحد فقط على المغناطيس ثم وضعها على قرص الفلين الذى يطفو فى الوعاء الذى يحتوى على الماء) فانك تتوقع أن يسأل أحدهم : « ماذا يجعل الابرة تتجه شمالا وجنوبا ؟ » وتلك هى المشكلة التى سوف تؤجلها دون شك للدرس القادم ، هذا بالاضافة الى التأكد من دقة العبارات المسجلة على السبورة والتى لم يتم بعد التأكد من صحتها.

تلك على وجه العموم ، هى خطتك . عد الى أهدافك التى حددتها من قبل واقرأها مرة أخرى فهل تعمل الخطة المذكورة على تحقيقها ؟ هل أتحت الفرصة للتلاميذ لكى يشتركوا فى وضع الخطة ؟ هل أتحت الفرص أمامهم لكى يفكروا ؟ هل استخدموا طرقا تساعدهم على أن يكشفوا بأنفسهم مايريدونه ؟ هل تساعد هذه الخطة على بقاء ميولهم حية ؟ فذلك اذن مثال لاحدى الطرق لتخطيط نوع من أنواع الدروس العلمية . ولا شك أن تعديل الخطة قد يصير ضروريا فى المواقف المختلفة . ولعلك تتساءل عن القدر المناسب من المادة المتصلة بالخطة الذى ينبغى تسجيله ، ولكن ذلك سوف يتوقف عليك وعلى طبيعة موقفك . وغالب الظن فانك لن تحتاج الى أكثر من موجز يوضح كيف تأمل أن تسير فى تدريس الموضوع ، ولكنك فى حاجة فعلا الى أن تجلس وتتدبر الطرق المختلفة للبدء فى تدريس الموضوع ، وبخاصة اذا لم تكن قد قمت بقسط كبير فى تدريس العلوم .

ما العلاقة بين علوم المدرسة الابتدائية وعلوم المدرستين الإعدادية والثانوية

كثيرا مايقول مدرسو العلوم بالمرحلة الثانوية : « اذا كنا سوف ندرس كل ذلك القدر من العلوم فى المدرسة الابتدائية فماذا تركنا لعلوم المدرستين الاعدادية والثانوية ؟ » انك بهذه الطريقة تقدم خلاصة العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية » . والواقع أن المدرسين بجميع المراحل دائمو النقد بعضهم لبعض من جهة ، وللتعليم الذى تم فى الصفوف الدنيا من جهة أخرى.فمن الشائع مثلا أن تسمع مدرس المدرسة الاعدادية يقول : « لا أعلم ماذا تعلم هؤلاء الأطفال فى سنواتهم المدرسية السابقة . انهم لم يكونوا يعرفون كيف يقومون باجراء عملية

حسابية بسيطة ، أو حتى بكتابة جملة سليمة عندما جاءوا الى » • وهذا النوع من التعليق على تلاميذنا يستمر طوال حياتهم المدرسية وعندما يتخرج طلابنا فى نهاية الأمر ويشتغلون بأمور كسب العيش ، فان رؤوساءهم يلقون أحيانا بأيديهم فى يأس ويذكرون عنهم وعن قدراتهم ملاحظات كالسابقة ، وهذا كله يجعلنا نتريث لحظة لكى نرى هل نقوم بعملية التربية والتعليم على أتم وجه ممكن أم لا • وواقع الأمر أن هذا الاتجاه النقدى لا يقدم لنا حلا للمشكلة الهامة التى تتعلق بماذا يحدث للأطفال والشبان عندما ينتقلون من أيدى فريق من المدرسين الى أيدى فريق آخر فى أثناء حياتهم الدراسية •

وتخطط أفضل البرامج العلمية فى الوقت الحاضر عن طريق التعاون بين المدرسين والمشرفين والاداريين الذين يمثلون مختلف المستويات التعليمية • فعندما يعمل مدرسو المدارس الابتدائية والمتوسطة والثانوية معا فى تقرير المحتويات وأساليب العمل وفى اختيار الكتب وتقرير وسائل التنفيذ قد نحصل على برنامج كالذى وصفناه فى الفصل الرابع • فالمقررات التى نصل اليها بهذه الطريقة أقل عرضة لتداخل المادة الدراسية أو تكرارها من سنة الى أخرى • ولا شك أن موقف جميع المدرسين الذين يقومون بالتدريس فى هذه الحالة سوف يكون أقرب الى النجاح •

ولقد ذكرنا مرارا أن الالمام بالمادة العلمية ليس الا واحدا من أهدافنا ، فنحن نقصد أيضا الى مساعدة التلاميذ على التقدم فى كسب الاتجاهات العلمية والتحسن فى طريقة التفكير ونمو ميولهم نحو بيئتهم وتقديرهم لها • والعمل على تحقيق هذه الأهداف لا يدع مجالا لأن يكون هنالك كثير من التكرار من صف لآخر • فمهارات حل المشكلات والاتجاهات والتقدير التى نهدف الى تكوينها لدى الأطفال لا تصير جزءا من تفكير الأطفال الا بعد ممارسة طويلة وتكرار عديد • فاذا نظرنا الى أهدافنا فى مجموعها ، واذا صدقت نيتنا على أن نتعاون فى وضع خطة لبرنامج متصل ، فان المشكلة التى تتعلق بمن الذى سوف يقوم بالتدريس ، وما اذا كان هنالك بعض التكرار سوف لا تجد سبيلها للظهور • فاذا كنت مدرسا بالمدارس الابتدائية فسل نفسك : « ماذا أعلم عما هو مطلوب من تلاميذى عندما يتركون الصف الذى أدرس له الى الصف التالى ؟ » « هل أعرف القدر الكافى عن خبرات تلاميذى فى السنوات التى سبقت مجيئهم الى صفى ؟ » « هل أعمل على مراعاة تلك الأشياء عندما أخطط مع تلاميذى أو أشتغل معهم •

كيف أثير ميل كل تلميذ نحو العلوم

انك لن تستطيع اثارة ميل كل تلميذ نحو العلوم ، وهذا أمر طبيعى • فاذا كنت تعتقد أن الأطفال أفراد ، وأنهم يختلفون تبعا لذلك فى قدراتهم وثقافاتهم وميولهم وغير ذلك من الميزات العديدة الأخرى، فانك لن تتوقع أن يثار اهتمامهم حول الشىء الواحد بنفس القدر • وأفضل مايستطيع أن يعمله المدرس هو مساعدة الأطفال على معرفة ميولهم الحالية واستكشاف ميول جديدة والاستمتاع باشباع هذه الميول • ويجب فوق كل شىء أن تعمل على بقاء الميول حية ، وألا تقتلها عن طريق الضغط على الأطفال لكى يذهبوا الى أبعد مما تسمح به ميولهم وقدراتهم • ولا شك أن معرفة أين ومتى نقف عند دراستنا لاحدى المسائل العلمية لا يقل أهمية عن معرفتنا متى تبدأ دراستها • فلنتذكر أن الأطفال سوف يكون أمامهم فى أثناء خبراتهم الدراسية المقبلة فرص أخرى لدراسة العلوم • وعلى ذلك فانه ليس من اللازم لهم أن يستنفدوا دراسة المادة فى المدرسة الابتدائية • وحتى اذا كانت هذه المدرسة هى آخر فرصهم لدراسة العلوم ، فليس من الصالح فى شىء أن نضيعها هدرا •

ومن المتوقع أن بعض أطفال المدرسة الابتدائية سوف تكون لديهم رغبة جامحة لدراسة

العلوم والاسترسال فى دراستها • وهؤلاء قد يصيرون علماء المستقبل • وهنا يقع علينا جانب من المسئولية فى المدرسة الابتدائية • فبينما نحن لا نهدف فى الواقع أســاسيا الى خلق علماء من تلاميـذ المدرســة الابتدائية فان من واجبنا أن نتعرف ذوى الميول والقدرات الممتازة منهم وأن نشجعهم على تنمية مواهبهم • وكثير من مشاهير رجال العلوم وضعوا نقط بداياتهم فى مرحـلة الدراسة الابتدائية • ومما يؤسف له أن الغالبية الكبرى منهم قد وصلوا الى ماوصلوا اليــه من النجاح فى أعمالهم برغم دراساتهم السابقة وليس بسببها • وأكثر مدرسى المدرسة الابتدائية نجاحا هـم الذين يهيئون الفرص أمـام الموهـوبين من طلابهم ، عن طريق اظهار اهتمامهم فيما يقوم به الأطفال من الأعمال ويعملون على تهيئة المصـادر المناسبة (الناس ، الأماكن ، المطبوعات ••• الخ). أمامهم ويستخدمونهم كمســاعدين فى تدريس العلوم ويشجعونهم بشتى الطرق •

وسوف تجد الغالبية العظمى من تلاميذنا متعة فى العــلوم لا تقـل عن مثيلتها فى المواد الأخرى ، مع زيادة الميل أحيــانا ونقصه أحيانا أخرى تبعا لنوع المشكلات التى يعالجونها • وبعض التلاميذ ، ونأمل أن يكونوا أقلية نسبيا ـ سوف تكون ميولهم نحو العلوم ضئيلة وأذهانهم منصرفة عنها فى أثناء دراستها • ولكن اذا ماوجدنا أن أذهان معظم التلاميذ منصرفة فى أثناء دراســة العلوم فتلك هى المشكلة التى ينبغى أن تشـغل اهتمامنا الحقيقى ، وعندئذ نكون أمام مشــكلة حقيقية •

ماذا أفعل إذا كانت بيئتى لا تقبل بعض الحقائق العلمية ؟

عندما يناقش المدرسون مشكلاتهم الدراسية فان كثيرين منهم يبدون اهتماما كبــيرا بمعرفة كيف يعالجون مشــكلة تختلف حولها العقائد أو الآراء • وعلى وجـه التحديد لقـــد سأل أحـــد المدرسين : « كيف أتناول مشكلة البذرة الأولى ومن الذى صنعها ؟ وكيف أتناول مشكلة عمر الأرض ونشأتها فى بيئتى • حيث تســود بعض العقائد الدينية الخاصـــة القوية ؟ » وهنـــالك مشكلات أخرى عديدة مشابهة • ومن الواضح أنه ليست هنالك اجابة واحدة جاهزة تصلح لمواجهة جميع المشكلات فى مختلف البيئات • ومع ذلك فهنالك بعض الاعتبارات الأساسية التى يجب أن نتذكرها • فينبغى أولا أن تكون مناقشة مثل هذه المشكلات واقعية من حيث النتائج التى يمكن أن تؤدى اليها ويجب أن نتذكر هنـــا أساسيات الاتجاهات العلميــة التى نســلم بها ومن ذلك احترام آراء الغير والتسليم بأن هنـالك وجهات نظر عديدة نحو بعض الأمور ، وبأن تفتح العقل صفة أســاسية ولازمة وبأن هنالك كثــيرا من الأشياء التى لا يعرف لها العلماء أنفسهم اجابة • ولابد أن نتذكر أيضا أننا نتعامل مع أطفال صغار ممن لا يصح فى معظم الأحيان أن نلقى بهم الى مجالات الصراع بين البيت والمدرســة أو غيرهما من المؤســـسات • وينبغى أن نبتعد عن خـلق المناسبات التى تثير مالا لزوم له من الصراع مما لا يمكن أن يؤدى الى نتائج محمودة •

ومثل هذه الأنواع من الصراع الفكرى تنشأ عندما يقول أحد الأطفال : « ان أبى يقول بأن القصة التى يقدمها هذا الكتاب عن طريقة نشأة الأرض خاطئة • » وقد يكون هـــذا هو الوقت المناسب لفحص عبارات الكتاب بعناية بحثا عن كلمات أو عبارات مثل : « يعتقد بعض العلماء » ، « يكاد يكون من المســلم به أن » ، « يلوح أن الحقائق تثبت أن » ، « يحتمل » ، « ربما » • ان مثل هذا الفحص قد يساعد على ادراك أن التفسير أمر اجتهادى ، وأنه يقوم على تأويل مالدينا من الأدلة • وعندما تتقدم المناقشة يمــكن أن يقول المدرس شيئا مثل : « لقد فكر كثير من الناس طويلا حول هذه المشكلة ولقد درست على مدى سنوات ، واختلفت حولها الآراء ولكل شخص الحق فى أن يرى فيها مايشاء وعنـــدما تكبرون فانكم أنتم أيضا سوف تفكرون وتدرسون وتتكلمون الى النـــاس عنها ثم تقررون أخـــيرا ماترونه بشأنها • »

ومن المهم دائما أن تكون هـــذه الفـكرة

واضحة حتى لا يسىء تأويلها أحد • واذا كانت المشكلة ذات أهمية خاصة بالنسبة لآباء بعض تلاميذك ، فمن المفضل أن تناقش هذا الأمر مع هؤلاء الآباء شخصيا بطريقة ودية حتى يدركوا أن هنالك اتجاها الى رحابة الصدر ونحب أن نكرر هنا أن هذا الأسلوب هو الأسلوب الوحيد الذى ينبغى أن يتبعه المدرس ، وأن سلوك المدرس يتوقف على حسن تصرفه ومدى المامه بالمعلومات اللازمة لمواجهة الموقف • وليس هنالك مايدعو الى اثارة مثل هذه المواقف ، فالأطفال لا يتعمقون عادة فى دراسة المشكلات التى من هذا النوع تعمقا يدعوهم الى ازعاج أنفسهم ومع ذلك فاذا فعلوا ، فلابد أن نستخدم معهم أقصى مالدينا من الحكمة •

كيف أستطيع اختيار الكتب التى أستخدمها فى تدريس العلوم ؟

ان مشكلة اختيار الكتب فى ميدان العلوم تشبه مشكلة اختيارها فى أى ميدان آخر • ولا شك أن هذه المشكلة تستحق مزيدا من الاهتمام عما تلقاه فى الوقت الحاضر ، وبغض النظر عما تقدمه من خبرة مباشرة فى دراسة العلوم فلابد أن يتعلم الأطفال أشياء كثيرة من الكتب المدرسية والكتب الاضافية وغيرها من المطبوعات • فليس من الممكن كما ذكرنا من قبل تعلم كل شىء عن طريق التجريب والملاحظة • ولقد تكلمنا عن القراءة بوصفها طريقة لدراسة العلوم ، ولكن على أى أساس سيتم اختيارنا لكتب العلوم الأساسية والاضافية ؟ (يقتصر كل منا هنا على كتب العلوم لأن الكتب الأخرى الخاصة بقراءات الأطفال تختلف عنها اختلافا كليا) • ومن الواضح أن بعض الكتب تخدم أغراضا أكثر من غيرها لأنها تفى بحاجات معينة • وسواء أكانت الكتب سوف تستخدم بصفة أساسية أم اضافية فى دراسة العلوم.فاليك بعض الاعتبارات التى ينبغى أن تتذكرها عند اختيار هذه الكتب :

مظهر الكتاب

ينبغى أن يكون الكتاب جذابا ، منينا ، ذا حجم مناسب ، ولابد أن تكون طباعة الكتاب وقطعه مما يجعل الكتاب سهل القراءة ويزيد فى جاذبيته • كما ينبغى أن يكون الورق جيدا •

التوضيحات

ينبغى أن تساعد الصور على التدريس وتزيد من جاذبية الكتاب كما يجب أن تكون دائما مثيرة لشغف الأطفال ، ودقيقة من الناحية العلمية • ويجب أن تكون واضحة ، وموضوعة على الصفحة بصورة مناسبة وقريبة من المادة التى تعمل على توضيحها • أما الرسوم والخرائط وغيرها من الوسائل البصرية فينبغى أن تكون مناسبة لمستوى الصف ، ومعينة على فهم المادة وواضحة المعنى •

المادة

ينبغى أن تكون المادة دقيقة • وحتى فى الحالات التى يتعذر فيها تقديم شرح واف للظاهرة العلمية ، فان الجزء الذى يقدمه الكتاب يجب أن يكون صحيحا • ولعلك تسأل « كيف أتأكد من مدى الدقة العلمية للكتاب ؟ — وليس لدى دراية واسعة بالعلوم » ومن المعايير الهامة فى ذلك : مؤلف الكتاب • فمن اليسير غالبا أن تعرف شيئا عن سمعة المؤلفين والناشرين للكتاب • ومن الممكن أيضا مقارنة بعض العبارات فى أحد الكتب بمثيلاتها مما يرد فى بعض المراجع الموثوق بها لكى ترى هل هى دقيقة ، ويجب أن تتذكر أن التأكد من سلامة قليل من الحقائق لايسمح لك بأن تستنتج أن جميع ما بالكتاب أو بسلسلة من الكتب يعد سليما . فاذا احتفظت باتجاهك العلمى فان عملية الاختبار التى تقوم بها سوف تكون أقرب الى الصحة • كما يجب أن تذكر أيضا ، أن هنالك دائما مدرسى علوم وغيرهم من ذوى

الثقـافة العلمية ممن يسـتطيعون معاونتك فى الحكم على مدى دقة المادة ·

وينبغى أن تكون الصور والمادة خالية من التفسيرات التى تنسب مظاهر الحياة الى قـوى الطبيعة أو تبين الحكمة منها أو تفسرها على أن لها طبيعة كطبيعة الانسان · ولكى نقول هذا المعنى بكلمات أبسط ، ينبغى ألا يعطى الكتاب الأطفال فكرة أن الحيوانات تخطط لمستقبلها أو تبتكر ، أو تفكر وتسلك سلوكا خاصا تبعا لذلك · ويجب ألا ينسب الكتاب صفات انسانية الى الحيوان ، أو يشير الى أن الأشياء الحية تقصد الى تعديل سلوكها بوعى وشعور عندما تتغير ظروف الحياة من حولها. فالحيوانات مثلا لا ينبغى أن تتكلم أو أن توصف بأنها تستعد لتغير الفصول ؛ اذ أن الاستعداد يعنى ترقبا شعوريا ·

وكثير من الكتب التى يجدها الأطفال فى مكتباتهم مليئة بالأحاديث والتفكير الذى ينسب الى الحيوانات · وهذه الكتب تستخدم أساسا للاســتمتاع لا كمصـدر للمعلومات · وهـذه التفرقة ، كما ذكرنا فى مكان آخر ، يمكن أن تتم فى وقت مبكر من الحياة الدراسية للطفل ، وهى على جانب من الأهمية ، واذا كنا نعد هـذا الأسلوب غير علمى فليس معنى ذلك أن نتجنبه بل أن نحتفظ أمام أعيننا بالغرض الذى نستخدمه من أجله ·

ويجب أن يكون أسـلوب الكتابة مناسـبا للمادة · وهــذا يعنى أن الكتاب يجب أن يكون مكتوبا بطريقة تتفق مع الغرض الذى كتب من أجله · فاذا كان الغرض الأساسى من الكتاب هو تقديم معلومات شائقة ومناسبة ، فان استخدام قصص طويلة ومحادثات مطولة قد يعوق الطفل الذى يستخدم الكتاب للاجابة عن بعض الأسئلة ، أو لحل احدى المشكلات . فالأسلوب الذى يناسب هـذا الغرض يجب أن يمتاز بالوضوح والدقة واثارة الميل ·

وبالاضـــافة الى ذلك فان تنظيم الكتـــاب ينبغى أن يكون متفقا مع الفلسفة السـائدة فى المدرسة التى تستخدم هـذا الكتاب · فاذا كنت ـ مثـــلا ـ تعتقد أن التلاميـذ يجب أن يعرفوا مفاهيم أو تعميمات خاصة ، فانك سـوف تختار بعض القراءات التى تعنى بهذه المفاهيم والتعميمات بدلا من تلك التى تعرض مجمـــوعة من الخبرات والحقائق غير الهامة وغير المترابطة · واذا كنت تؤمن بأهميـــة أسـلوب المشـكلات فى تدريس العلوم ، فان الكتاب يجب أن يكون مكتوبا بما يتفق مع هذه الطريقة ؛ أى انه يجب أن يحـدد المشكلات فى تدريس العلوم ، فان الكتاب يجب أن يكون مكتوبا بما يتفق مع هذه الطريقة ، أى انه يجب أن يحـــدد المشـــكلات وأن يعمل على تناولها ·

وينبغى أن يكون الكتـــاب مطابقا للخطة العـــامة للمقرر الدراسى اذا كان هنـالك مقرر دراسى متبع · كما يجب أن تكون الكتب المقررة والكتب الاضـــافية والمقرر الدراسى متناسـقة بعضـها مع بعض من حيث المحتويات والفلسفة والتنظيم ·

ويجب أن يكون الكتاب المدرسى محتويا على مشكلات تدعو الى التفكير وأنواع من النشـــاط تدعو القارىء الى مزيد من القراءة · كما يجب أن يشـتمل الكتاب على فهرس سهل الاسـتخدام ، وقائمة بالمحتويات ، وأخرى بالمصطلحات العلمية ، ومايقابلها من المعانى والشرح الواضح ، وطريقة النطق اذا كان هنالك مايدعو الى الاستعانة بشىء من ذلك ·

ويجب أن يحكم على مادة الكتاب على أساس مـدى نجاحها فى مســاعدة التلاميذ على تحقيق الأهداف التى تتجه دراسة العلوم اليها ، أى على أساس حسن استخدام هذه المادة · فمهما يبذل من عناية فى اعـداد الكتب واختيارها ، فانه اذا أسىء اســتخدامها فانهـــا لن تنجح فى تحقيق الأغراض المقصودة منها · ولقد تناولنا من قبل

استخدام الكتب فى تدريس العلوم ، ومن الخير أن نتذكر أن المبادىء العامة التى نتبعها فى استخدام أى كتاب آخر مع التلاميذ تنطبق أيضا على استخدام كتب العلوم الأساسية أو القراءات الاضافية • وان مايوجه الينا من نقد فيما يتصل باستخدام كتب العلوم ، لا يرجع معظمه الى أننا نستخدم هذه الكتب ، ولكن الى أننا نسىء استخدامها ونعتمد عليها فى كل شىء اعتمادا كليا •

ماذا أفعل إذا فشلت إحدى التجارب ؟

من الطبيعى أن يبدى المدرسون بعض القلق حول نجاح تجاربهم لأنهم لا يحبون أن يظهروا بمظهر القصور أمام تلاميذهم • وبرغم وضوح أسباب هذا القلق ، فليس هناك داع للمبالغة فيه لأنه ، ليس من بين المدرسين ، حتى أولئك الذين لهم سنوات خبرة عديدة ، من يستطيع أن يضمن أن تعطى تجاربه دائما النتائج المفروضة • وتقل هذه المشكلة حدة فى حالة التجارب التى ترمى الى الكشف عن حقائق جديدة عنها فى حالة التجارب التى ترمى الى اثبات صحة قاعدة معينة • ففى التجارب الكشفية يقاس نجاح التجربة بمدى ماتؤديه نتائجها من مساعدة التلاميذ على كشف مايريدون معرفته •

ويجب أن يرحب المدرس بالتجربة التى لا تعطى النتائج المرتقبة • فكثيرا مايكون هذا هو الوقت الذى يفكر فيه التلاميذ تفكيرا حقيقيا ، وبخاصة اذا لم يكن المدرس نفسه يعرف السبب فى عدم نجاح التجربة • فعندئذ تتحول التجربة الى مشكلة حقيقية ، ويحاول كل تلميذ أن يعرف السبب فى عدم نجاحها ، فيعمل فكره الى أقصى حد ؛ فقد يأتى حل المشكلة على يديه •

وعندما يحاول التلاميذ معرفة الأسباب التى أدت الى عدم نجاح التجربة ، فانهم يتقدمون بفروض أو نظريات • ثم يختارون مايعتبرونه أكثر هذه الفروض وجاهة ويختبرونه ، فاذا لم ينجح انتقلوا الى غيره • ويستمر ذلك حتى ينكشف السبب وتنجح التجربة • وبهذه الطريقة يزداد الغرض الذى تجرى التجربة من أجله وضوحا أمام كثير من التلاميذ الذين ربما يكونون قد أخذوا يفكرون فى التجربة تفكيرا دقيقا لأول مرة •

كيف تعرف مدى تحقيقنا لأهدافنا

يعد هذا السؤال من الأسئلة الصعبة التى ليس لدينا اجابة مرضية عنها حتى الآن • ويعتبر الأمر هينا بالنسبة لكثير من المدرسين لأنهم يقيمون حكمهم على أساس الدرجة أو التقدير الذى يحصل عليه التلميذ عندما يؤدى امتحانا فى المادة التى درسها • ولكن أهدافنا من تدريس العلوم فى المدرسة الابتدائية أكثر اتساعا من مجرد تحققنا من أن الأطفال يستطيعون تذكر عدد الأرجل فى حشرة من الحشرات ، أو أسماء الأجزاء الثلاثة فى احدى الروافع ، أو عدد الأميال بيننا وبين القمر • فواقع الأمر أنه ليس لهذه الحقائق أهمية خاصة فى ذاتها • وكما ذكرنا عندما تناولنا الأهداف من قبل ، فاننا نهتم اهتماما حقيقيا بالطريقة التى تقدم بها هذه الحقائق لكى تعمل على تكوين مفهوم كبير له معناه بالنسبة للتلاميذ ، كما نهتم بالطرق التى تحل بها المشكلات ، وبالاتجاهات وبالميول وبالتذوق ، وجميعها من الأمور التى تتكون فى أثناء الدراسة. وهذه هى الأشياء التى نرغب فى قياسها عندما نقوم بعملية التقويم •

ومعظم الامتحانات التى نعطيها للتلاميذ ترمى الى معرفة ماحفظوه من الحقائق • ولكن هب أن الطفل يستطيع أن يعرف أسماء عشر أشجار فى بيئته • فما قيمة ذلك اذا خرج فى أحد أيام عطلته وقطع أفرع احدى الأشجار الصغيرة التى زرعت على جانب الطريق ؟ وقد يحصل الطفل على النهاية العظمى فى امتحان المادة ،

ولكنه يرفض أن يغير رأيه برغم توافر الأدلة ضد هذا الرأى ، أو يقفز الى النتائج ، أو يكون متحيزا ، ويكون على وجه العموم غير علمى • فهل يعد هذا التلميذ ناجحا ؟ وهل تعد أنت كمدرس لهذا التلميذ ناجحا ؟ والى أى حد نجحت أو فشلت فى عملك ؟ ان هذا الجزء من الصورة هو الذى يجعل التقويم فى العلوم من الأمور الصعبة؛ اذ ليس لدينا حتى الآن الا قليل جدا من الوسائل المناسبة لقياس النمو فى الاتجاهات ، والتذوق ، والقدرة على التفكير ، وحل المشكلات ، وأمثالها من النواحى الفكرية •

ملاحظة الأطفال

تعد ملاحظة الأطفال احدى الطرق لتقويم مدى نجاح تدريس العلوم فى المدرسة الابتدائية — وبخاصة اذا كنا نسجل هذه الملاحظات ونجمعها للوقت الذى يتعين علينا فيه ابداء الرأى • ولما كانت هذه الملاحظات تجمع فى ضوء أهدافنا ، فانها تتضمن وقائع تكشف عن مدى النمو فى القدرة على حل المشكلات — أى انها تبيّن مدى ماأسهم به التلاميذ فى أثناء مناقشتهم لاحدى المشكلات ، كما تتضمن سعة الحيلة والابتكار عند ممارسة « البحث » للوصول الى اجابة عن طريق القراءة ، والمقترحات التى يتقدم بها التلميذ لاجراء تجربة لحل مشكلة • كما ينبغى أن تتضمن الملاحظات أيضا جمع الأدلة على النمو فى الاتجاه العلمى — أى تأجيل الحكم حتى تتجمع الأدلة الكافية ، والتأكد من مصادر المعرفة ، والاستعداد لتعديل الرأى أمام الأدلة القاطعة والتريث فى نظر النتائج التى يصل اليها الانسان بسرعة • وهنالك مواقف متعددة يمكن مشاهدة هذه الاتجاهات فيها عندما يعمل الأطفال معا فى العلوم • وتسجيل الوقائع المحددة يساعدنا الى حد كبير فى تقويم الجهود التى نبذلها لمساعدة الأطفال فى الخبرات العلمية •

ولا شك أن عمل هذه السجلات الخاصة بالسلوك يستغرق وقتا ، ولكن المعلومات التى تقدمها لنا تعتبر هامة • وبعض المدرسين يسجلون المعلومات فى هذه السجلات بطريقة منظمة ويستخدمون المعلومات التى بها لتقدير نمو الأطفال بصورة عامة • وتلك هى احدى الوسائل التى تسهم بها العلوم فى تحقيق أهداف البرنامج العام للمدرسة الابتدائية • واليك قليلا من الملاحظات التى سجلها أحد المدرسين :

ج•د• أحضر مجموعة أدواته الكيموية الى المدرسة لاجراء بعض التجارب • أثيرت أسئلة لم يستطع اجابتها • قام بدور رئيس الاجتماع لاحدى المجموعات للوصول الى الاجابة • أظهر قدرة على الابتكار وحسن القيادة •

س•ل• رفض أن يصدق عبارة وردت فى أحد المراجع التى كان يستخدمها لأنها تتعارض مع رأى ذكره له صديق كبير • اقترح الفصل طريقة لبحث المشكلة • اتضحت صحة الكتاب • أبدى استعدادا طيبا لتعديل رأيه •

ف•ب• اتخذ موقف القيادة فى وضع الخطة لرحلة الى متحف العلوم •

س•ف• أبدى تقدما فى قدرته على العمل مع جماعات صغيرة عند اجراء التجارب •

ف•أ• أنشأ محطة لتغذية الطيور فى منزله وكثيرا مايعرض ملاحظاته على زملائه • دعا زملاءه لمشاهدتها •

س•ب• تحسن من حيث ميوله العلمية •

ل•ت• يقوم بحفظ التنبؤات الجوية للفصل لكى يتأكدوا من مدى دقتها • وهو يفعل ذلك متطوعا •

ان مثل هذه السجلات تساعد المدرسين فى الحصول على صورة واضحة لما قام به الأطفال من الأعمال مما يصلح أساسا لتقويم مايطرأ على سلوك الأطفال من التغيرات • ولكى تكون هذه

السجلات صحيحة ، ينبغى أن يتم عملها على فترة طويلة نسبيا من الزمن • ويجب أن نتذكر أننا فى العلوم – كما فى غيرها – نحاول أن نقيم التقويم على أساس فردى ، فما يعتبر تحصيلا كبيرا بالنسبة لأحد الأطفال بسبب امكانياته قد يكون أقل أهمية عن ذلك بكثير بالنسبة لطفل آخر •

يستطيع الأطفال أن يساعدوا على التقويم

ينبغى أن يساعد الأطفال كلما سنحت الظروف على تقويم أعمال جماعتهم ، ومايقومون هم أنفسهم به من الأعمال • وهنالك مناسبات عديدة لتحقيق ذلك ، كما أن هنالك كثيرا من الأسباب التى تجعل ذلك أمرا مرغوبا فيه • ومن الممكن أن يبدأ ذلك بأن نجعل الأطفال أنفسهم يساعدون فى تحديد مستويات التحصيل التى يمكن استخدامها فيما بعد كمعايير للتقويم •

وسوف نحاول أن نوضح هذا الاشتراك من جانب التلميذ فى عملية التقويم بمثال مما يحدث داخل الفصل • لقد كان تلاميذ الصف الخامس يدرسون الكهرباء • وأثيرت مشكلات عديدة ، ووضع التلاميذ خططا لحلها ، ثم نفذت هذه الخطط • وعندما انتهت دراسة الوحدة قرر التلاميذ أن يعرضوا بعض التجارب على تلاميذ الصف الرابع وأن يصفوا لهم بعض الأشياء الشائقة • وقد تطلب منهم ذلك أن يقوموا بعمل موجز للمفاهيم الكبرى التى تعلموها ، وأن يخططوا تجارب لتوضيح هذه المفاهيم ، وأن يحصلوا على المواد اللازمة،ويتدبروا كيف يقومون باجراء التجارب وشرحها حتى يستطيع هؤلاء الأطفال الذين يصغرونهم أن يفهموها • كما تضمن ذلك وضع خطة تفصيلية للبرنامج وعمل الترتيبات اللازمة للزمان والمكان •

وكان المدرس والتلاميذ يجلسون معا من وقت لآخر كلما قطعوا شوطا من العمل ويتساءلون عن مدى نجاحهم فى تحقيق الغرض المنشود • عندما حدث هذا التساؤل لأول مرة ، أثار التلاميذ هذا السؤال : « كيف نستطيع أن نحكم على مدى نجاحنا ؟ » وقد قرروا معا استخدام بعض المعايير للحكم • فمن ذلك : هل يجد كل واحد الفرصة للمساعدة فى تخطيط العمل ؟ هل الحقائق العلمية التى نحصل عليها صحيحة ؟ هل توضح تجاربنا مانريد أن نوضحه ؟ هل يقوم كل واحد بعمله فى الوقت المحدد وبأحسن طريقة ممكنة ؟ تلك أمثلة من الأشياء التى رآها الأطفال هامة •

وبعد انتهاء هذا البرنامج عقدالأطفال جلسة ختامية لتقويم أنفسهم • وكان بعض مقترحاتهم شائقا وقيما ، فمن ذلك : « بعضنا لم يكن يتكلم بصوت مرتفع ارتفاعا يكفى لسماعه » • « نسى بعضنا أن يسأل أطفال الصف الرابع عما اذا كان لديهم أسئلة يريدون أن يسألوها » • « كل تجاربنا كانت ناجحة وأعطت النتائج المطلوبة » • « يبدو أن شرحنا لأطفال الصف الرابع كان واضحا » • « كان البرنامج طويلا ، تعب بعض الأطفال » تلك أمثلة توضح كيف يقوم الأطفال نشاط الجماعة ، ويستخدمون مايصلون اليه فى تحسين أعمالهم المستقبلة • وعن طريق المناقشة مع المدرس استطاع الأطفال أن يساعدوا على تقويم أنفسهم • فمن الأمور الهامة أن نساعد الأطفال على أن يتعلموا الأخذ والعطاء فى عملية النقد البناء الذى يوجهونه الى بعضهم فى أثناء انعقاد فترات التقويم • فهنا تتهيأ الفرصة لممارسة الاتجاه العلمى الذى يتطلب الوصول الى النتائج على أساس من الشواهد الموثوق بصحتها وتفتح العقل والبعد عن التحيز •

ان مثل هذا النشاط الذى وصفناه يهيىء الفرصة أمام المدرس لملاحظة التلاميذ لكى يرى كيف تظهر عليهم دلائل النمو ، أو عدم النمو بالنسبة للأهداف التى يعمل على تحقيقها • فهنالك فرصة لمعرفة الأطفال الذين يلمون الماما

كافيا بحقائق المادة . ولمعرفة أولئك الذين أظهروا تقدما فى القدرة على حل المشكلات ، وأولئك الذين تقدموا فى اكتساب الاتجاهات العلمية ، وأولئك الذين يظهرون نموا فى الميل والتذوق •

وســـائل التقويم

ليس هنالك الا قليل من الاختبارات المقننة للعلوم فى المدرسة الابتدائية • وقد يكون هـــذا خـــيرا • فكلما استطعنا أن نبعد المدرسين عن الشعور بضرورة تدريس نفس المنهج الذى يدرس فى المدارس الأخرى كان ذلك أفضل • فالبرامج العلميـــة ، كما ذكرنا من قبل ، ينبغى أن تكون مناســـبة لحاجات تلاميـــذ فرقة معينة وميولهم وقدراتهم ، كما يجب أن تكون مناسبة لظروف البيئة المحلية ، وأن تهتم بالنواحى الفردية بشتى الطرق • وليس هنالك حاجة ماسة الى استخدام الاختبارات المقننة فى تدريس العلوم بالمدرســة الابتدائية • واذا كان من اللازم اعداد الاختبارات واجراؤها فلنحاول أن نجعلها مناســبة للتلاميذ الذين نرغب فى قياس مدى تقدمهم • فاذا كان علينا أن نحقق ذلك ، فلابد أن نبنى الاختبارات محليـــا ـ ويحسن أن يتم ذلك بواسطة المدرس والتلاميذ مع بعض المساعدة والتوجيه اذا أمكن• وينبغى أن يتذكر المدرس عنـــد عمل هـــذه الاختبارات مايأتى :

* ينبغى أن يصمم الاختبار بحيث يقيس ، بقدر المستطاع مدى ماحققه التلاميذ من جميـــع الأهداف دون أن يقتصر على اختبار مدى ماحفظه التلاميذ من المادة •

* ينبغى أن تكون درجات الاختبار ، مجرد أحد المعايير التى تستخدم لتقويم تقدم التلميذ •

* ينبغى أن يستخدم الاختبار كوســـيلة للتعليم بجانب استخدامه كوسيلة للتقويم •

* الاختبارات تقوم نجاح المدرس كما تقوم نجاح التلميذ •

* ينبغى أن تعمل الاختبارات بحيث تساعد على تقويم التلاميذ فى النواحى التالية :

معرفة المعـــلومات واستخدامها فى مواقف جـــديدة ، ادراك العلاقات بين الحقائق ، تحليل البيانات واســـتخلاص النتائج المناســبة منها . الوصـــول الى قرارات على أســـاس المادة التى قرئت •

* ينبغى أن تكون الاختبـــارات بســـيطة وواضحة قصيرة ، وأن تشتمل على أنواع متعددة من الأسئلة •

وفـــوق كـــل ذلك ينبغى أن تتذكـــر أن التلاميذ لا يستطيعون أن يتقدموا جميعا نحـــو تحقيق الأهـــداف المحددة التى رســمتها بنفس السرعة أو المعدل • فحاول أن تنظر الى النمو على أنه أمر فردى • فانك تعلم أنه كذلك •

تقويم أحـــد الدروس

ان خبرة تقويم أحد الدروس تجعلنا نؤمن بأهمية تدريس العلوم ذاتها • اننا نغرق فى لجة من بنـــاء المناهج والنظريات المتعلقة بالتدريس واختيار المواد والحكم عليها وغير ذلك من الأمور التربوية ، وننسى أن كل شىء فى التربية يتوقف على مايحدث للأطفال عندما نعمل معهم • فبصرف النظر عن مدى مايمكن أن يكون عليه التخطيط الأولى من روعة ، فان تدريس العلوم يموت على أغصـــانه اذا لم تكن الدروس التى نعطيها فى الفصل جيدة •

وهنـــاك وســـائل متعددة لتحديد المعايير اللازمة للحكم على درس العلوم ، لأن هنالك أنواعا عديدة من الدروس وأغراضـــا متعددة وراء تلك الأنواع • واليك بعض المعايير العامة التى يمكن استخدامها كنواة لهذا العمل ويستطيع المدرس أن يضيف اليها من عنده مايشاء • فمن الممكن أن

يسأل المدرس نفسه أسئلة من النوع التالى حول درس العلوم الذى يقدمه :

*** الى أى مدى تحققت الأهداف التى لدى ؟**
ان هذا سؤال بالغ الأهمية . فاذا عجزت عن اجابته اجابة مرضية ، فغالب الظن أنك قد أضعت وقتك .

*** هل أبدى التلاميذ ميلا نحو الدرس ؟ وهل نما ذلك الميل ؟** فاذا كان كثير من الأطفال قد اعتراهم السأم ، فقد يكون الخطأ كامنا فى طريقة العرض ، أو فى اختيار المادة ، أو فى غير ذلك من الأسباب التى لا يمكن تحديدها الا بالتقويم الدقيق .

*** هل كان هنالك اشتراك كاف من جانب التلاميذ ؟** والاشتراك قد يكون متعدد الأنواع ؛ فهنالك توجيه الأسئلة أو اجابتها ، وهنالك التقدم بالمقترحات الجيدة وحسن الانتباه والمساعدة فى اجراء التجارب ... الخ .

*** هل أعطى انتباها كافيا للحاجات الفردية للتلاميذ ؟** فهنالك من يحتاجون الى فرص خاصة ، ومن تتوافر لديهم مواهب وميول خاصة ، ومن يحتاجون الى التشجيع ، ومن يحتاجون الى رعاية خاصة لأسباب أخرى مختلفة ، وكل أولئك ينبغى أن يجدوا هذه الرعاية الخاصة كلما سمحت الظروف .

*** هل يفكر التلاميذ ، وهل أعطيهم الوقت اللازم للتفكير ؟** اذا كان التلاميذ يستطيعون أن يسيروا فى دراسة العلوم دون أن يفكروا بأنفسهم ، فان الدرس يكون بعيداً عن النجاح ، واذا كان الدرس يسير بسرعة كبيرة بحيث لا يجد أحد الفرصة لكى يفكر فان أحد الأغراض الهامة من الدرس يكون قد قضى عليه

*** هل كان الدرس ممتعا للجميع ؟**
فما لم يكن الدرس ممتعا للتلاميذ والمدرس فانه لا يحتمل أن يتم كثير من التعلم .

*** هل كانت هنالك فرصة لقيام التلاميذ بالتخطيط ؟** هنالك فرص عديدة للتخطيط ، ولا يمكن أن ينمو التلاميذ فى قدرتهم على التخطيط الناجح الا اذا تهيأت أمامهم فرص عديدة لممارسة ذلك .

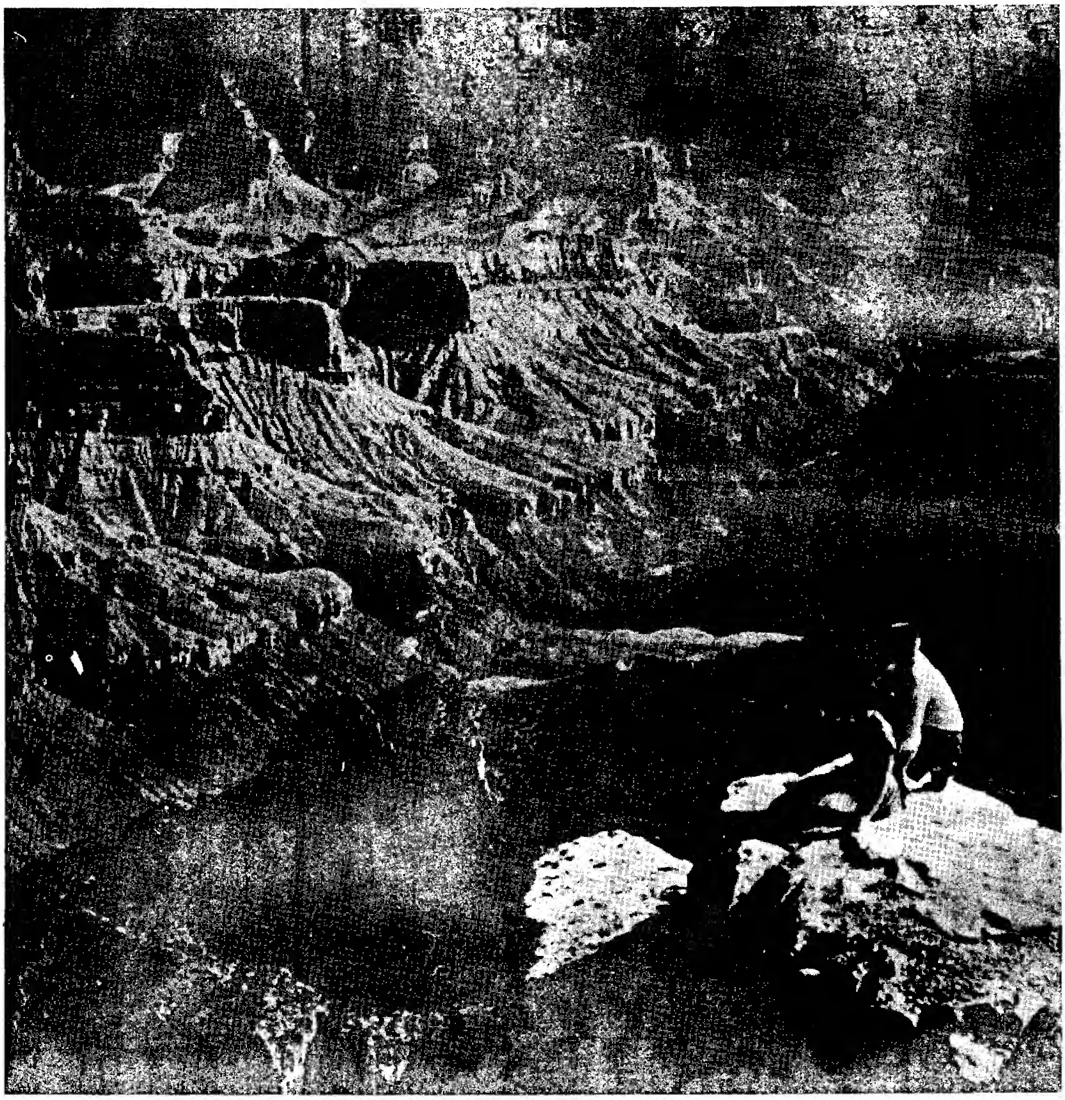
*** هل كان الدرس ممتعا للجميع ؟ التلميذ والمدرس ؟** وليس لهذا الأمر أية علاقة بمسألة ترك الحبل على غاربه باستمرار للتلاميذ لكى يفعلوا مايشاءون . فاذا ماتم الاتفاق على القرارات بطريقة تعاونية فان كل تلميذ يسهم بالقدر الذى يتناسب مع قدرته وخبرته ويكون هنالك احترام متبادل بين الجميع .

*** هل كانت المادة مناسبة لمستوى التلاميذ ؟**
ان المادة التى تكون بالغة الصعوبة تثبط همة التلاميذ ، والمادة التى تتحداهم تؤدى الى ضياع اهتمام التلاميذ .

ليست هذه بطبيعة الحال مجموعة شاملة من المعايير ولكنها توضح أنواع الأسئلة التى تفيد فى تقويم نتائج التدريس اليومى . ونحب أن نكرر أن المعايير التى تستخدم فى الحكم على مدى صلاحية أى درس آخر تصلح أيضا على نتائج تدريس العلوم .

الجزء الثاني

الأرض والكون





الفصل السادس - أ

الحيوانات والنباتات القديمة

ان من أهم ماحققته العلوم من تقدم خلال المائة السنة الأخيرة اكتشاف ظاهرة التغير • فلقد اكتشفت أن كل شيء في الكون ، من المنظر الذى تطل عليه النافذة الى مجموعات النجوم التى بالسماء ، فى تغير مستمر •

فالجبال تتعرى وتتحول الى سهول ، والصخور تتفتت الى تربة ، وترتفع فوق سطح الأرض جبال حديثة ، وتتحول قيعان البحار الى أرض جافة • فوجه الأرض يتغير ويتغير معه جميع مايعيش فوقه من حيوانات ونباتات •

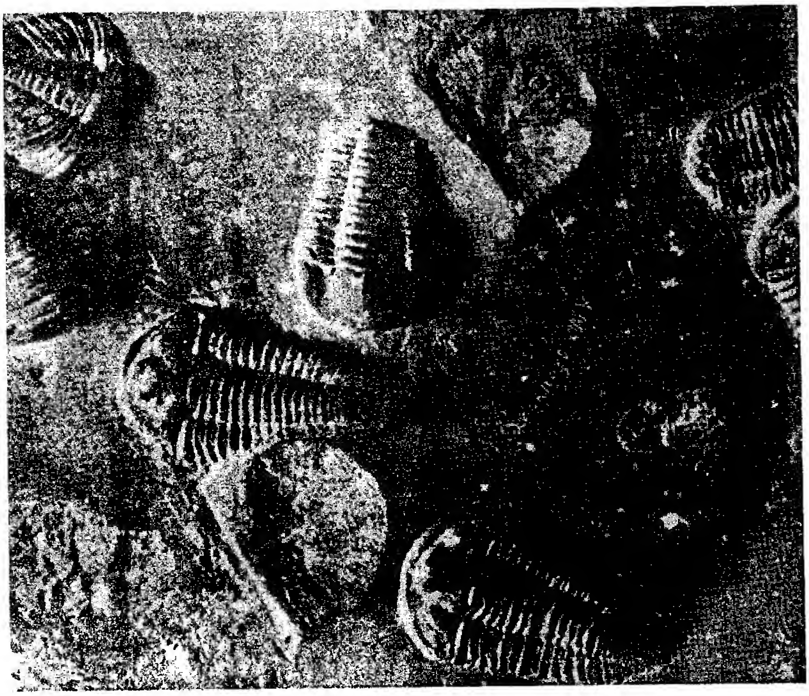
وتتم هذه التغيرات ببطء كبير حتى ان ذاكرة الانسان ، ولو استعانت بالسجلات المكتوبة لا تكاد تحيط بها • فالآلاف القليلة من سنوات المدنية ليست الا لحظة خاطفة فى التقويم الضخم لحوادث الأرض • والواقع أننا لم نتوصل الى فهم الشواهد التى تحيط بنا الا فى القرن الأخير •

وتدل هذه الشواهد على أن الأرض قديمة جدا ، وعلى أنها فى تغير مستمر •

فالحيوانات والنباتات التى عاشت فى الماضى قد سجلت تاريخها بعدد من الطرق المختلفة • وسوف نحاول أن نرى بعض هذه الطرق •

سجلات الحياة الماضية

البقايا ذاتها : ان بقايا الماموث ذى الصوف ــ وهو فيل ذو شعر طويل كثيف اندثر منذ آلاف السنين ــ قد وجدت فى أوقات متفرقة خلال بضع مئات من السنوات الأخيرة فى الثلج والتربة المتجمدة فى آلاسكا وسيبيريا • ويسجل مكتشفو المناطق القطبية أن هذه الحيوانات قد وجدت على حالة رائعة من الحفظ ، حتى ان الكلاب



توضح هذه الصورة الفصوص الثلاثة التى تتكون منها أجسام حيوانات التريلوبيت • وتدل الحفريات على أنه كانت هنالك أنواع عديدة من التريلوبيت عاشت فى المياه الضحلة للبحار القديمة • وقد وجدت هذه الحفريات بالقرب من لكبورت بنيويورك •

الجرارة قد استمتعت بأكل لحومها • ومن الطريف أن نلاحظ أن الانسان القديم لابد أن يكون قد عرف حيوانات الماموث الحية ، لأنه قد ترك نقوشا وصورا لهذه الحيوانات محفورة على جدران الكهوف التى كان يعيش فيها •

« والأسفلت » الطبيعى يعتبر أيضا مادة حافظة ممتازة للحيوانات ؛ ففى منطقة رانكولابرى بالقرب من لوس أنجليس فى كاليفورنيا توجد بركة قديمة من « الأسفلت » المتصلب أمكن استخراج عظام وأسنان آلاف الحيوانات منها • ومن بين هذه بقايا طيور وذئاب وخيول وثيران عاشت منذ ملايين السنين • ويرجح أن كثيرا من هذه الحيوانات قد اقتنص فى أثناء محاولته افتراس بعض الكائنات التى كانت تصارع الكتلة اللزجة • ومن أحسن الأنواع المعروفة التى من هذا القبيل حيوان بائد كالنمر من فصيلة القط •

والماموث ذو الصوف ، وهذا القط البائد ، يعتبران أمثلة للحفريات ، التى يمكن تعريفها ببساطة بأنها بقايا الحياة القديمة • وبطبيعة الحالة عندما تموت معظم الكائنات فانها لا تحفظ بل تتحلل الى مواد كيموية تغنى التربة ومياه الأرض ، ولا تترك الحيوانات والنباتات نوعا من التسجيلات لأنفسها الا تحت ظروف خاصة •

وقد رأينا كيف أن الجليد والأسفلت تهيىء وسيلة لحفظ اللحم ذاته والجلد وعظام الحيوانات . ومع ذلك فهذه طرق غير معتادة لتكوين الحفريات. وأكثر الطرق شيوعا تلك التى تغمر فيها الحيوانات والنباتات فى الماء ثم يغطيها الرمل والطين •



الفصل السادس - أ

الحيوانات والنباتات القديمة

ان من أهم ماحققته العلوم من تقدم خلال المائة السنة الأخيرة اكتشاف ظاهرة التغير ٠ فلقد اكتشفت أن كل شيء فى الكون ، من المنظر الذى تطل عليه النافذة الى مجموعات النجوم التى بالسماء ، فى تغير مستمر ٠

فالجبال تتعرى وتتحول الى سهول ، والصخور تتفتت الى تربة ، وترتفع فوق سطح الأرض جبال حديثة ، وتتحول قيعان البحار الى أرض جافة ٠ فوجه الأرض يتغير ويتغير معه جميع مايعيش فوقه من حيوانات ونباتات ٠

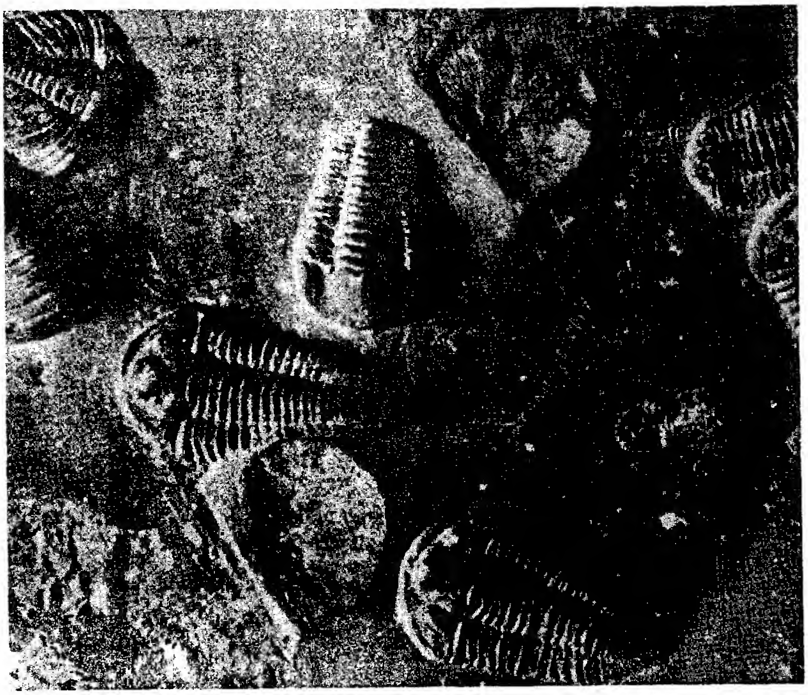
وتتم هذه التغيرات ببطء كبير حتى ان ذاكرة الانسان ، ولو استعانت بالسجلات المكتوبة لا تكاد تحيط بها ٠ فالآلاف القليلة من سنوات المدنية ليست الا لحظة خاطفة فى التقويم الضخم لحوادث الأرض ٠ والواقع أننا لم نتوصل الى فهم الشواهد التى تحيط بنا الا فى القرن الأخير ٠

وتدل هذه الشواهد على أن الأرض قديمة جدا ، وعلى أنها فى تغير مستمر ٠

فالحيوانات والنباتات التى عاشت فى الماضى قد سجلت تاريخها بعدد من الطرق المختلفة ٠ وسوف نحاول أن نرى بعض هذه الطرق ٠

سجلات الحياة الماضية

البقايا ذاتها : ان بقايا الماموث ذى الصوف ـ وهو فيل ذو شعر طويل كثيف اندثر منذ آلاف السنين ـ قد وجدت فى أوقات متفرقة خلال بضع مئات من السنوات الأخيرة فى الثلج والتربة المتجمدة فى آلاسكا وسيبيريا ٠ ويسجل مكتشفو المناطق القطبية أن هذه الحيوانات قد وجدت على حالة رائعة من الحفظ ، حتى ان الكلاب



توضح هذه الصورة الفصوص الثلاثة التى تتكون منها أجسام حيوانات التريلوبيت . وتدل الحفريات على أنه كانت هنالك أنواع عديدة من التريلوبيت عاشت فى المياه الضحلة للبحار القديمة . وقد وجدت هذه الحفريات بالقرب من لكبورت بنيويورك .

الجرارة قد استمتعت بأكل لحومها . ومن الطريف أن نلاحظ أن الانسان القديم لابد أن يكون قد عرف حيوانات الماموث الحية ، لأنه قد ترك نقوشا وصورا لهذه الحيوانات محفورة على جدران الكهوف التى كان يعيش فيها .

« والأسفلت » الطبيعى يعتبر أيضا مادة حافظة ممتازة للحيوانات ؛ ففى منطقة رانكولابرى بالقرب من لوس أنجليس فى كاليفورنيا توجد بركة قديمة من « الأسفلت » المتصلب أمكن استخراج عظام وأسنان آلاف الحيوانات منها . ومن بين هذه بقايا طيور وذئاب وخيول وثيران عاشت منذ ملايين السنين . ويرجح أن كثيرا من هذه الحيوانات قد اقتنص فى أثناء محاولته افتراس بعض الكائنات التى كانت تصارع الكتلة اللزجة . ومن أحسن الأنواع المعروفة التى من هذا القبيل حيوان بائد كالنمر من فصيلة القط .

والماموث ذو الصوف ، وهذا القط البائد ، يعتبران أمثلة للحفريات ، التى يمكن تعريفها ببساطة بأنها بقايا الحياة القديمة . وبطبيعة الحالة عندما تموت معظم الكائنات فانها لا تحفظ بل تتحلل الى مواد كيموية تغنى التربة ومياه الأرض ، ولا تترك الحيوانات والنباتات نوعا من التسجيلات لأنفسها الا تحت ظروف خاصة .

وقد رأينا كيف أن الجليد والأسفلت تهيىء وسيلة لحفظ اللحم ذاته والجلد وعظام الحيوانات . ومع ذلك فهذه طرق غير معتادة لتكوين الحفريات. وأكثر الطرق شيوعا تلك التى تغمر فيها الحيوانات والنباتات فى الماء ثم يغطيها الرمل والطين .

الآثار الحجرية : توجد فى الغابة المتحجرة فى أريزونا فى الولايات المتحدة بقايا متحجرة لأشجار صنوبرية ضخمة كانت تنمو هنالك فى وقت من الأوقات • ففى وقت ما من الماضى السحيق منذ نحو ١٦٠ مليون سنة كانت تلك الأشجار مغمورة بالماء الذى كان يفيض على هذه الغابات القديمة . فكيف حل الصخر مكان الخشب فى هذه الأشجار ؟ ان أول مرحلة فى هذا التحول كانت امتلاء الثقوب أو الخلايا بالعناصر التى كان يحملها الماء فى صورة محلول ، وكانت السليكا هى العنصر الشائع الذى ترسب فى الثقوب بواسطة المياه المتسربة خلال الشجرة • وبعد ذلك تصلبت السليكا الى كوارتز صخرى • وأخيرا تحولت الجدران الخشبية للخلايا كيماويا الى مواد صلبة •

وهذه الطريقة من طرق تكون الحفريات ، والتى تسمى التحجر ، تعتبر فريدة من حيث انها تحفظ أدق تفاصيل الكائنات • وهكذا فاننا نستطيع أن نرى فى الأشجار الخشبية الصنوبرية المتحجرة التى توجد فى الغابة المتحجرة وأمثالها من الأماكن الأخرى حلقات النمو السنوية والعقد، بل تفاصيل التركيب المجهرى لخلايا هذه النباتات القديمة • وعظام الحيوانات ، بسبب مابها من الثقوب ، قد تتحجر هى الأخرى عن طريق مايتسرب الى داخلها من العناصر مثل السليكا أو الجير فى بعض الأحيان •

طوابع فى الصخر : لقد شاهدنا جميعا آثار أقدام الأطفال أو الكلاب فى طبقة الأسمنت التى تغطى بها أسطح جوانب الطرقات أو أفاريزها • ومن الواضح أن هذه الآثار قد تكونت عندما كان الأسمنت رطبا وناعما • وكثير من النباتات والحيوانات التى عاشت فى الماضى قد تركت تسجيلاتها لأنفسها بطريقة مشابهة •

فبعض الأنواع من الصخور ـ وبخاصة الصخور الرسوبية ـ كانت فى وقت من الأوقات طينا ورمالا ناعمة ، وكانت تبعا لذلك سهلة الانضغاط ، مثلها فى ذلك كمثل طبقة الأسمنت الطرية التى أشرنا اليها • ومعظم الصخور الرسوبية يتكون بالترسيب التدريجى للمواد الى قاع المسطحات المائية (وسوف نعالج هذه الصخور بتفصيل أكثر فى الفصل التالى) • والحيوانات والنباتات التى حدث أن دفنت فى هذه المواد الطرية التى تسمى بالرواسب ، تركت آثارا بقيت على مر العصور عندما تصلبت الرواسب وتحولت الى أحجار • فقشور الحيوانات الصدفية مثلا ربما تكون قد هوت الى الطين والرمال الطرية فى قاع بحيرة • ثم تصلب الطين والرمل ببطء وتحولا الى صخر • ثم تحللت الصدفة الخارجية واختفت تاركة وراءها طابعا دائما فى الصخور المحيطة بها.

وطوابع النباتات والحيوانات البسيطة فى الصخر عديدة وهى أكثر أنواع الحفريات شيوعا• ومن أنواعها آثار أقدام الحيوانات • فحيوانات الديناصور التى كانت تتجول فى وادى كونكتيكت بالولايات المتحدة منذ نحو ١٥٠ مليون سنة تركت آثار أقدامها فى الرمال التى كانت موجودة فى ذلك الوقت ، ثم تصلبت فيما بعد وكونت صخور الحجر الرملى الأحمر •

العثور على الحفريات : ليست الحفريات نادرة كما يتصور بعض الناس ؛ ففى كثير من المناطق فى العالم يعثر الهواة على كثير من الحفريات التى ينشدونها • ويسر الجمعيات الجيولوجية المحلية والمتاحف ومصلحة الجيولوجيا التى ببعض الدول أن تقدم للباحثين عن الحفريات مايحتاجون اليه من المعلومات الأساسية فى هذا السبيل • وقد لا تجد أحد حيوانات الديناصور ولكنك قد تجد حفريات للأصداف البحرية والأسماك والأوراق النباتية • وينبغى أن يتعاون الهواة مع المؤسسات التى ذكرناها لكى يتجنبوا

جمع الحفريات على غير أساس وما يمكن أن يحدث من اتلاف بعض الحفريات القيمة ·

وقد تظهر الحفريات فى أية منطقة حيث توجد طبقات من الصخور الرسوبية · والصخور التى تتعرى فى الأخاديد ، وعلى طول جوانب الوديان ، وفى الطبقات المتخلفة عن مجارى المياه ، وفى المحاجر والأخاديد المشقوقة على طول الخطوط الحديدية والطرق التى تصل بين المدن ، قد تمدنا بكثير من الحفريات · وفى كثير من الحالات قد توجد عينات جيدة من الحفريات فى قطع الصخور المفككة فى هذه الأماكن · وفى بعض الأحيان يجب أن تفصل الحفرية من الصخر · ويلزم لهذا الأمر قادوم وبلطة صخور أو مطرقة ·

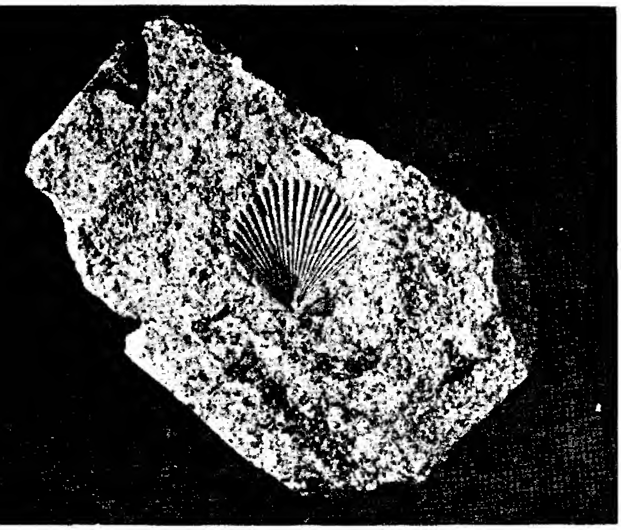
أهمية الحفريات : تنبئنا الحفريات عن كثير من الأمور ؛ فبعضها مثل الديناصور والنمر القديم ينبئنا عن حيوانات غريبة عاشت فى الماضى ثم اندثرت · وبعض الحفريات مثل حفريات النباتات السرخسية (وهى نباتات تعيش عادة فى المناطق الحارة) التى وجدت فى المناطق القطبية تنبئنا عن تغيرات الأحوال المناخية وحفريات الأصداف البحرية التى توجد عالية فى بعض الجبال وحفريات الشعاب المرجانية فى بعض المناطق تدلنا على أن هذه المناطق كانت تغطيها البحار فى وقت من الأوقات · وفوق ذلك كله فان دراسة الحفريات بالنسبة الى التكوينات الصخرية التى وجدت فيها تكشف لنا عن تتابع الكائنات الحية خلال العصور ·

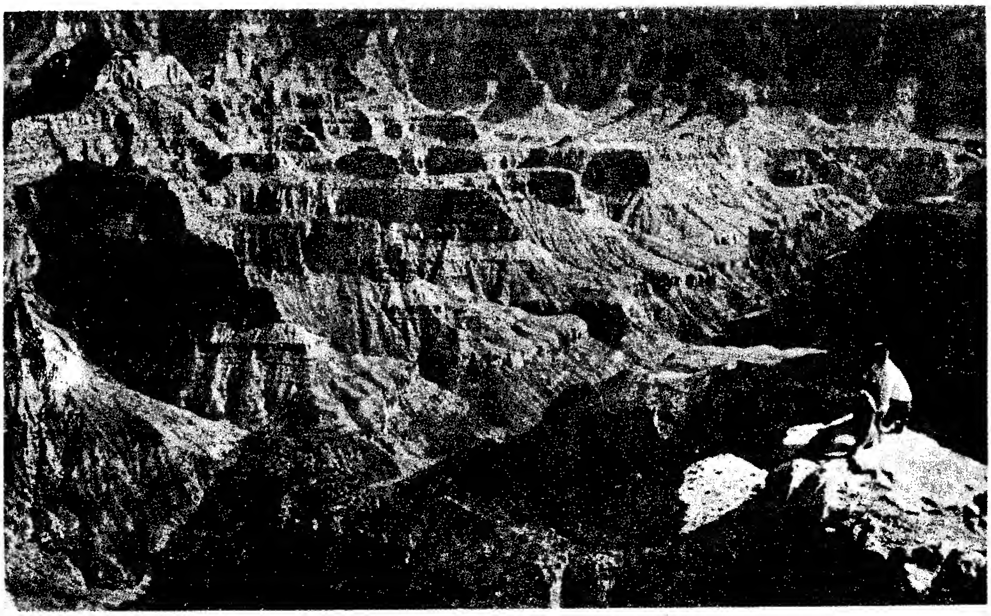
ان الحياة القديمة تركت لنا مكتبة أثرية مسجلة على الصخور ، وقد نظمت كتبها الصخرية بعضها فوق بعض بحيث تقع أقدم الأجزاء المصورة من مراجع هذه المكتبة عند القاع،وأحدثها عند القمة ·

وبطبيعة الحال فان المكتبة الحاوية لهذه الأسفار هى طبقات الصخور الرسوبية التى تجمعت خلال العصور · ونذكر مما تناولناه عن « طوابع فى الصخر » أن هذه الصخور وما بها من الحفريات قد تكونت تحت الماء بعد أن تجمدت طبقة الطين والرمل الطرية وتحولت الى صخر · وقد بنيت طبقات من الصخور الواحدة تلو الأخرى بهذه الطريقة · وربما تكون الكتلة كلها قد رفعت فيما بعد بسبب احدى الحركات الأرضية العظمى ، أو ربما يكون البحر قد تراجع ، فجعل هذه الصخور قطعة من الأرض الجافة ·

وتمدنا وديان كلورادو العظيمة فى أمريكا بعينة من هذا النوع من التاريخ القديم · فهنالك تعرضت طبقات من الصخر يبلغ ارتفاعها ميلا بواسطة عملية قطع ببطء ، ولكنه مستمر ، لنهر كلورادو · ويعتبر تسلق جدران هذا الوادى السحيق رحلة خلال الزمن ، لأن بناء صخورها احتاج الى مئات الملايين من السنين ، وفى أسفل التكوينات الصخرية أو أقدمها لا نكاد نجد أثرا للحفريات · وكلما اتجهنا الى أعلى عثرنا على أول شواهد الحياة ، وهى بقايا لنباتات مائية بسيطة من النوع الذى يعرف بالطحالب · فاذا تسلقنا الى أعلى ، وجدنا حفريات لحيوانات بسيطة ليس لها عمود فقرى · وحيوانات التريلوبيتز التى سنصفها فيما بعد من الأمثلة الشهيرة المميزة لهذه

هذا حيوان قديم من أقرباء السكالوب الحديث ، وقد ترك آثاره فى الصخور ·





تعد عملية تسلق الأخدود العظيم بكلورادو رحلة عبر العصور ، فقد استغرق بناء هذه الطبقات الصخرية مئات الملايين من السنين ٠

الحفريات ٠ كما نجد أيضا بعض الأعشاب البحرية ٠ وبعد بضع مئات من الأقدام الى أعلى نعثر على أول الشواهد على بدء الحياة الفقارية فى بقايا حفريات من قشور الأسماك يصاحبها بقايا معاصرة من الأصداف والحيوانات المرجانية ٠ فاذا ارتفعنا الى أعلى فى جدران هذا الوادى السحيق فاننا نجد شواهد على وجود النباتات الأرضية والحيوانات الأرضية ٠ فمن الممكن مشاهدة نباتات أولية دائمة الخضرة ، ونباتات تشبه السرخسيات ٠

وتظهر حفريات الحشرات لأول مرة ، كما تظهر آثار زحف بعض البرمائيات والزواحف فى الصخور الرملية ٠ كما نلاحظ أيضا أن بعض اللافقاريات مثل التريلوبيتس لم تعد تشاهد بعد ٠ وليس هذا الوادى السحيق الا واحدا من آلاف البقاع التى سجلت فيها الأرض تاريخها ٠ وبدراسة هذه الأماكن ، وبالاعتماد على غير ذلك من الشواهد ، توصل العلماء الى النتائج الآتية :

١ ــ وجدت الحياة على سطح الأرض منذ نحو بليونين من السنين ٠

٢ ــ اختلفت أنواع الكائنات الحية على الأرض تبعا لاختلاف العصور ٠

٣ ــ اندثرت بعض أنواع الكائنات الحية ٠

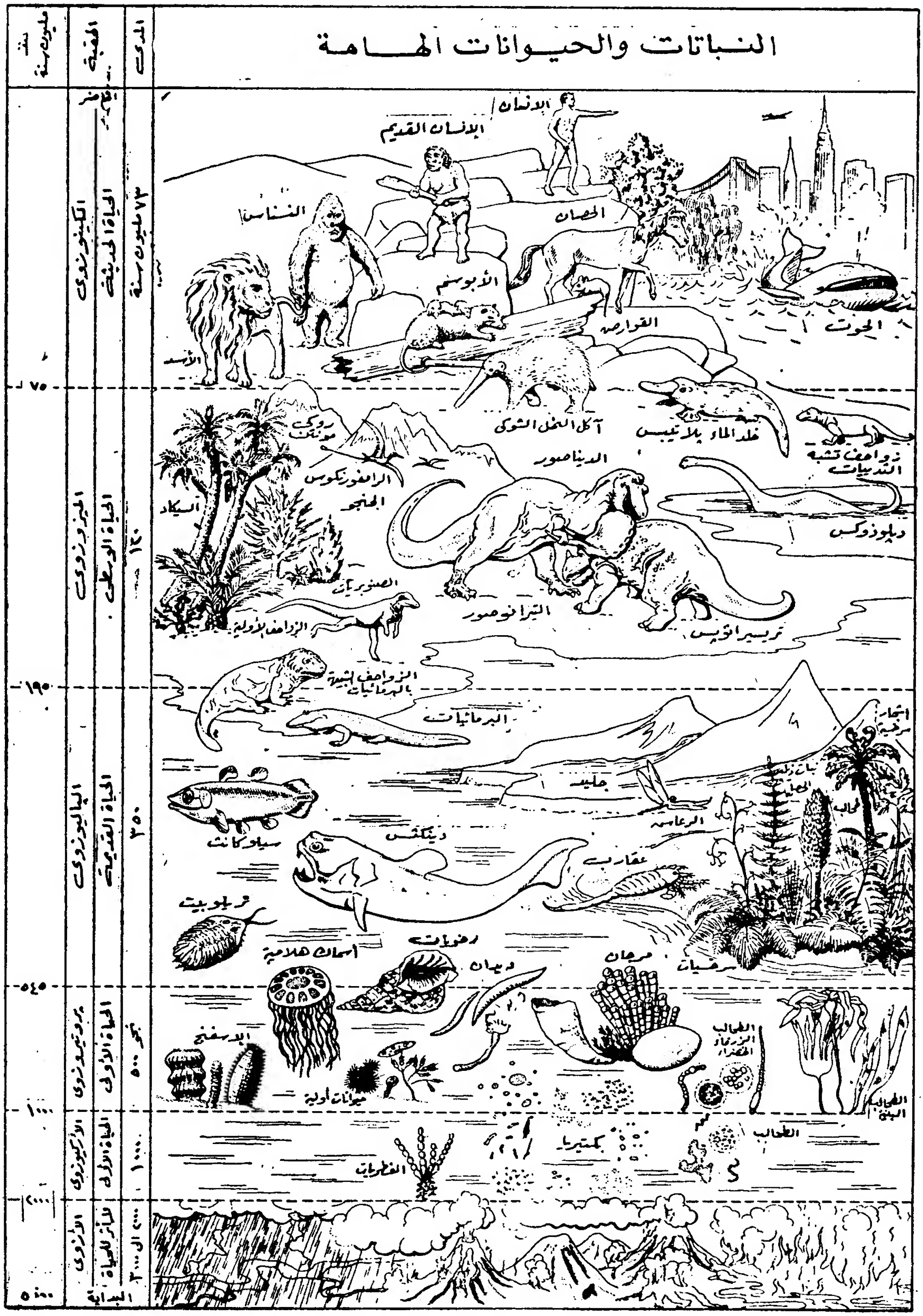
٤ ــ الكائنات البسيطة ظهرت أولا ، ثم تلتها الأنواع المعقدة فيما بعد ٠

٥ ــ ظهرت الأنواع المعقدة فى أول الأمر فى صورة سلالة متحورة من الأنواع البسيطة .

وهذه النتائج تكون فى مجموعها مفهومنا عن تطور الكائنات الحية ٠

أحقاب الأرض

تختلف التقديرات الشائعة لعمر الأرض فيما بينها ، ولكنها تتفق جميعا على تقدير هذا العمر ببلايين السنين ٠ وتدل الدراسات الحديثة



تقدم الحياة عبر العصور

على ان عمر الأرض يبلغ نحو خمسة بلايين سنة. وسوف نناقش الأدلة على هذا التقدير فى الفصل التالى :

ويقسم الجيولوجيون ، وهم العلماء الذين يدرسون الأرض المتغيرة ، تاريخ الكوكب الذى نعيش فوقه الى فترات طويلة من الزمن تعرف بالأحقاب • ويفصل كل حقب عن الذى يليه نوع من الاضطرابات الكبرى فى القشرة الأرضية وبعض التغيرات الجسمية ، فى الكائنات الحية • وتوضح الخريطة التى فى الصفحة السابقة هذه الأحقاب الجيولوجية الستة التى يتألف منها التاريخ الجيولوجى وتعطينا بعض خواصها الظاهرة •

وعندما نفكر فى المدى الواسع الذى يضمه الزمن الجيولوجى فمن المفيد أن نتذكر ما يأتى :

١ ــ كانت الأرض جرداء خالية من الحياة فى النصف الأول من تاريخها الطويل •

٢ ــ الانسان حديث جديد • فاذا تصورنا أن تاريخ الأرض كله قد ضغط فى سنة واحدة، فان الانسان لم يظهر الا فى الساعات الأخيرة قبل منتصف ليل اليوم الواحد والثلاثين ، من شهر ديسمبر من هذه السنة •

وتلك الأحقاب الستة هى بالترتيب : الحقب الخالى من الحياة ويسمى الآزوى Azoic والحقب الاركيوزوى Archeozoic أو حقب الحياة البدائية ، وحقب البروتيروزوى Proterozoic ومعناها الحياة الأولى ، والحقب الباليوزوى Paleozoic ومعناها الحياة القديمة ، والحقب الميزوزوى Mesozoic ومعناها الحياة المتوسطة، والحقب السينوزوى Cenozoic ومعناها الحياة الحديثة •

الحياة المبكرة

الحقب الآزوى أو الخالى من الحياة : يبدا تاريخ الأرض بمولدها من سحابة من التراب بالغ القدم • ولما كانت هذه الحادثة تعد جزءا من الأحداث التى تظهر عند منشأ جميع الكواكب التى تتألف منها المجموعة الشمسية ، فاننا سوف نؤجل مناقشتها للفصل الثامن •

ان الأيام والسنين التى تلت مولد الأرض يكتنفها الغموض ؛ اذ أن كل شيء من أجزاء هذه الأرض الوليدة التى كانت تغلى من شدة حرارتها، قد طرأ عليه التغير • ولابد أن يقوم وصفنا للأزمنة الأزوية على أساس من الأدلة غير المباشرة والتخمين العلمى •

ومن الممكن أن نتخيل أن الأرض خلال هذا الحقب من الزمان كان منظرها يثير الرعب فى النفوس • فلقد كان هذا الكوكب كتلة حمراء مشتعلة من غازات تدور فى الفضاء •

وعندما بردت الأرض قليلا ، تحولت من الحالة الغازية الى الحالة السائلة • واتحدت بعض العناصر الكيموية مكونة صخورا منصهرة • والواقع أن الأرض كلها كانت معملا كيمويا ضخما تتجمع فيه المواد التى سيتكون منها هذا الكوكب مستقبلا • وفى هذه المرحلة السائلة هبطت أثقل المواد الى مركز الأرض ، وطفت أخف المواد فوق السطح واتخذت المواد الأخرى أماكنها بين هذين الوضعين • وتصاعدت من هذه الكتلة المنصهرة فقاعات ضخمة من غاز الكربونيك وبخار الماء • فتكون منها أول غلاف جوى •

ثم تكونت على سطح الأرض قشرة رقيقة من الصخر البارد . وأخذت الكتلة المنصهرة الداخلية الفوارة تنفجر بصورة مستمرة فى المناطق الضعيفة من هذه القشرة الرقيقة مسببة تدفق حمم من الصخور المنصهرة يصحبها دخان ولهب• واهتزت الأرض بنشاط بركانى مروع.وانتشرت

فوق سطح القشرة الأصلية موجات تلو موجات من هذه الحمم التى تصلبت وتحولت الى الصخور التى تكون قواعد القارات كما نعرفها اليوم . ولم يكن هنالك فى هذا الزمن ماء فى صورة سائلة ، وعلى ذلك فانه لم يكن هنالك أنهار أو بحيرات أو بحار ، بل صخور حامية فى كل مكان .

وعندما تصلبت هذه الصخور ببطء ، انطلق بخار الماء وغيره من الغازات وارتفعت فى الجو . وتغطت الأرض تدريجيا بجو كثيف ومغيم لدرجة أن الشمس لم تكن تستطيع أن تخترقه . وحتى ذلك الحين لم تكن تهطل على الأرض أمطار ؛ لأن حرارتها كانت عالية بصورة لا تسمح لبخار الماء أن يبرد بالقدر الذى يساعد على نزول الأمطار . وبقيت الأرض بأبخرتها نحو ألف سنة مختفية فى جو كثيف مشحون بالبخار تزيد كثافته عن أكثف مانعرفه من عواصف السحب .

وبعد فترة طويلة من التبريد ، استطاع الماء الموجود فى الجزء الأعلى من هذه السحب المحيطة بالأرض أن يتكثف ، وبدأ المطر يهطل ، ولكنه كان يتحول مرة أخرى الى سحب بخارية قبل أن يصل الى سطح الأرض بحرارتها العالية . فلم تكد القطرات الأولى من مياه هذه الأمطار تصطدم بالصخور الساخنة حتى تغلى وترتفع مرة أخرى فى صورة بخار . ثم أخذت عملية التبريد تحدث بسرعة أكبر ، وبدأت قطرات الماء تنحدر على جوانب المنحدرات وتتجمع مكونة مستنقعات صغيرة .

ثم تزايدت الأمطار ، واستمر هطولها آلاف السنين دون أن تنقطع . وتحولت النهيرات الصغيرة الى أحواض تفيض بالمياه الدافقة الصاخبة وتملأ وديان الأرض وأحواضها وكان ذلك مولد المحيطات .

وبتوالى انصباب المياه رقت السحب ، واستطاعت أشعة الشمس أن تخترقها وأن تضىء الكتل الأرضية الصخرة والبحار الضحلة . ولم يكن على سطح الأرض كلها حتى ذلك الحين كائنات حية ، بل ان هذه الكائنات لم تظهر خلال بلايين السنين القليلة التالية من التاريخ الآزوى .

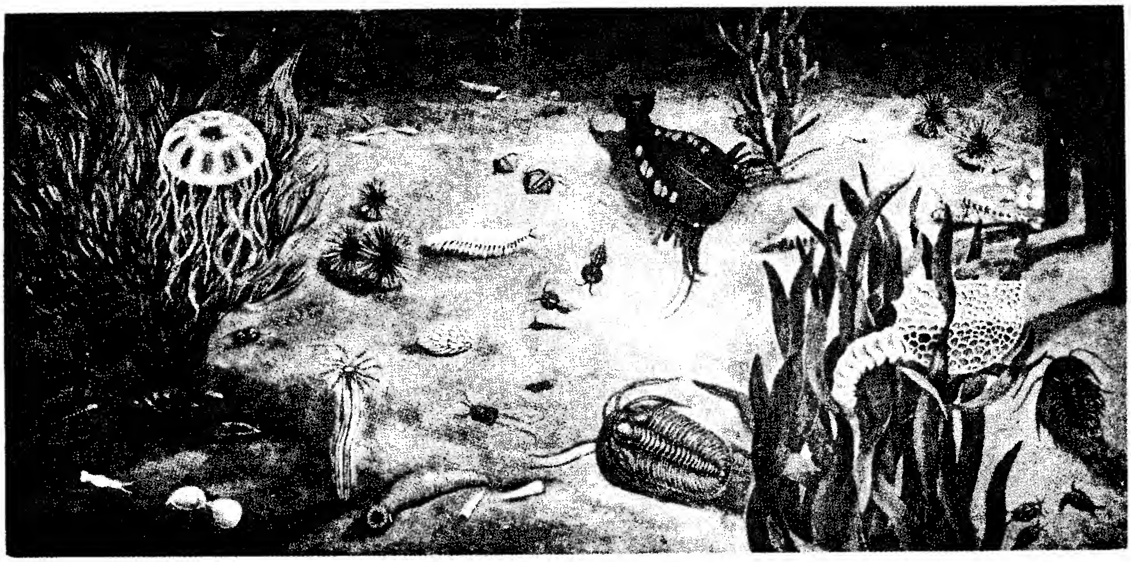
الحقبان الاركيوزوى (الحياة البدائية) والبروتيروزوى (الحياة الأولى) : ان نشأة الحياة هى سر الأسرار . فلقد بحث الفلاسفة والعلماء عبر الأجيال عن اجابة للسؤال : « كيف بدأت الحياة ؟ »

ففى الأزمنة الاركيوزوية السحيقة عندما كانت البحار والغلاف الجوى تموج بمواد كيموية متحللة لا تعرف الاستقرار والهدوء ، من المحتمل أن تكون بعض الجزيئات قد تآلفت بعضها مع بعض لكى تكون جسيمات صغيرة من البروتوبلازم الحى ، فكانت هذه الجزيئات هى نقط البداية لكل صور الحياة .

ولم يكن من السهل تقسيم هذه الكائنات الأولى الى نبات أو حيوان . وبتوالى الزمن تحورت أحفاد هذه الكائنات الأولى فى اتجاهات مختلفة لكى تكون أساس كل من المملكتين النباتية أو الحيوانية .

وكانت النباتات الأولى هى البكتيريا والطحالب ولعلك تعرف الطحالب بوصفها مواد خضراء تنمو على جوانب الأحواض التى تربى فيها الأسماك . وتظهر هذه المواد الخضراء النامية تحت المجهر فى صورة عدد كبير من النباتات الخضراء البسيطة التى ليس لها جذور أو سيقان أو أوراق . ويعتبر ظهور الطحالب خطوة أساسية فى التطور . فبمساعدة الكلوروفيل الأخضر الذى كانت تحويه هذه النباتات البسيطة أمكن استخدام أشعة الشمس لتركيب الأغذية تركيبا سريعا . وبذلك توافرت للنباتات والحيوانات كمية وافية من مواد البناء والطاقة .

وظهرت على المسرح حيوانات بسيطة وحيدة الخلية هى البروتوزوا أو الحيوانات الأولية . وكان



يوضح هذا الشكل الذى جمع ليمثل احد البحار القديمة أقساما عديدة من الحيوانات اللافقارية وكانت أجسام بعضها رخوة ، اشتملت أجسام بعضها الآخر على أجزاء صلبة • ومنها ماانذثر مثل التريلوبيت •

لبعضها أذناب كالسياط تساعدها على الحركة ، وأفواه لابتلاع الطعام ، ولكنها كانت تحتوى على مادة الكلوروفيل أيضا لكى تساعد على التركيب الكيموى للغذاء • وهذه الكائنات التى هى حيوانات ونباتات فى نفس الوقت ، يعدها بعض علماء الأحياء الأسلاف الحقيقية لكل من المملكتين الحيوانية والنباتية •

ولعل أفضل طريقة للحصول على صورة للحياة الأولية هى فحص قطرة من الماء الراكد لاحدى البرك تحت المجهر واكتشاف ماتموج به من عالم البكتيريا والطحالب والبروتوزوا وغيرها من الكائنات البسيطة • ومن الكائنات التى لها طرافة خاصة فى هذا المقام ، بسبب احتمال كونه احدى الحلقات فى سلسلة تقدم الحياة ورقيها من البساطة الى التعقيد ؛ ذلك الحيوان الأولى الذى يسمى الفولفوكس Volvox وهو يتكون من مئات من الخلايا شبه المستقلة المنضمة بعضها الى بعض لكى تكون كرة نصف شفافة جميلة • وهى تدور فى الماء بالحركة التعاونية التى بين أهدابها السوطية التى يخرج اثنان منها من كل خلية • فالفولفوكس أو كائن آخر شبيه به قد يكون حلقة الاتصال بين الكائنات وحيدة الخلية والكائنات عديدة الخلايا •

وفى خلال الحقب البروتيروزوى ظهرت معظم الجماعات من الحيوانات التى ليس لها عمود فقرى (اللافقاريات) • وكانت هذه تشمل الحيوانات الأولية والاسفنجيات والحيوانات الهلامية والحيوانات المرجانية وأنواعا شتى من الحيوانات التى تشبه الديدان كما ظهرت الحيوانات الرخوة وغيرها • بل ان معظم اللافقاريات الراقية مثل الحيوانات المفصلية التى تشتمل على القشريات والعناكب والحشرات بدأت تظهر فى الحقب البروتيروزوى •

ومن جهة أخرى لم تكن النباتات قد تقدمت كثيرا فى نهاية هذا الحقب • وكان من بين النباتات التى ظهرت ، البكتيريا والطحالب المزرقة الخضراء والطحالب البنية أو الأعشاب البحرية ، وجميعها تنتسب الى أبسط الفصائل النباتية التى تسمى الثالوفينا أو النباتات الخيطية •

وكانت الحياة فى الحقب البروتيروزوى محصورة فى البحار • أما القارات فكانت أماكن قاحلة خالية من الحياة •

ولم يترك الحقبان الاركيوزوى والبروتيروزوى كثيرا من بقايا الحفريات • فلم نعثر بعد سنوات من البحث فى صخور هذين الحقبين الا على عينات قليلة من الطحالب المزرقة الخضراء والطحالب

البنية والاسفنجيات وبعض الثقوب التى يعتقد أنها كانت ثقوب الديدان • ولا نفهم حتى الآن السبب فى ندرة الحفريات فى هذين الحقبين • وتذهب احدى النظريات الى أن الكائنات التى عاشت فى هذين الحقبين لم يكن قد تكون لها بعد أجزاء صلبة يسهل حفظها • وتذهب نظرية أخرى الى أن الصخور التى تكونت خلال هذه العصور قد تعرضت لكثير من الضغط بحيث ان ماقد يكون بها من الحفريات قد تلف •

ومن الأدلة غير المباشرة على الحياة القديمة للنبات مايقدمه الرصاص الذى بالقلم الذى تستخدمه • وليس هذا بمعدن الرصاص ، ولكنه مادة كربونية تسمى الجرافيت • فلدينا من الأسباب مايدعونا الى الاعتقاد بأن الجرافيت مشتق الى حد كبير من الأعشاب النباتية الأولية ومن حيوانات أولية • وقد وجد الجرافيت فى الصخور الاركيوزية مما يهيىء لنا دليلا قويا ولكنه دليل غير مباشر على أن الحياة كانت موجودة فى أثناء تكوين بعض الصخور التى تعد من أقدم الصخور منذ نحو بليونين من السنين •

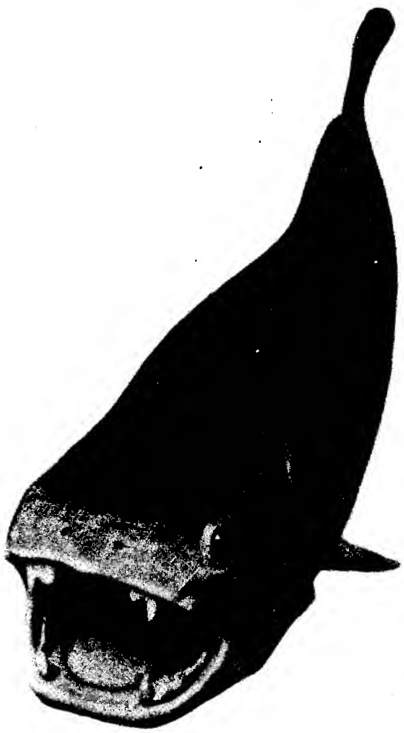
وقد عثر تيلر وباجهورن عام ١٩٥٤ على مزيد من الأدلة المباشرة على الحياة الأولى • فعندما كان يفحصان بالمجهر صخورا يقدر عمرها ببليونين من السنين ، وجدا حفريات لخيوط من الفطريات (النباتات التى تشبه العفن) وقد تم هذا الكشف فى أونتاريو بشمال البحيرة العظمى فى أمريكا الشمالية •

الباليوزوى : ان ال ٣٥٠ مليون سنة التالية من تاريخ الأرض ، الذى بدأ منذ نحو ٥٥٠ مليون سنة ، كانت مليئة بالأحداث الهامة • فقد خرجت من البحار بعض النباتات والحيوانات وسكنت فوق الأرض.وتخلت الحيوانات اللافقارية التى كانت قد تكاثرت وصارت ملوك الأرض عن تيجانها لأول الحيوانات الفقارية التى نشأت وهى الأسماك والبرمائيات كما أن الزواحف كانت قد بدأت فى الظهور •

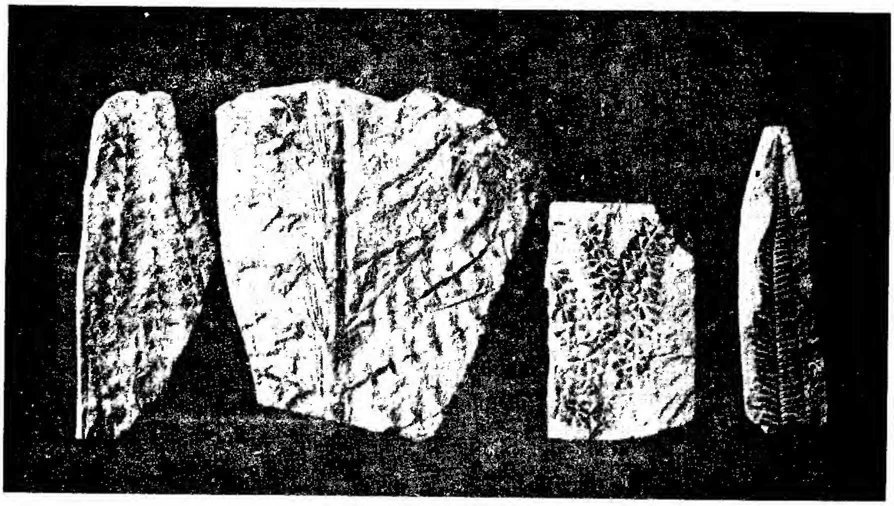
وازدهر عالم النبات ، فكسيت الأرض القاحلة بالخضرة • وظهرت أول الغابات تضم تلك النباتات التى كونت ذخيرة الفحم الحجرى الموجودة بالعالم فى الوقت الحاضر • وظهرت الفصائل الأربع العظمى للنباتات قبل نهاية هذه الحقبة •

وقد تميزت الأحداث الطبيعية لهذه الحقبة بكثرة التغيرات وانتشارها • فغطت البحار مساحات شاسعة من الأرض – بلغت فى وقت من الأوقات أكثر من ثلاثة أخماس أمريكا الشمالية• وتكونت سلاسل عظمى من الجبال هى جبال الأبالاشيان والأورال ، نتيجة لحدوث انثناءات ضخمة فى القشرة الأرضية •

بزوغ حيوانات التريلوبيتس واندثارها :
كانت الحياة فى الأزمنة الباليوزوية (حقب الحياة القديمة) مقصورة على الماء • ففى البحار الضحلة



هذا الشكل المجمع لحيوان الدينيكتس وضع على أساس الحفريات العظمية التى وجدت فى صخور الطفل بالقرب من كليفلاند باوهايو •



آثار لنباتات قديمة كتلك التى تجمع لنباتات العصور القديمة . وهى أمثلة للآثار التى توجد فى الفحم الحجرى ، وبعض الأنواع الأخرى من الصخور . وكثيرا ماتحتوى المتاحف على أمثال هذه العينات .

التى كانت تغطى أجزاء كبيرة من القارات ، وفى المياه السطحية للمحيطات التى هى أكثر عمقا عاشت الحيوانات الأولية ، والحيوانات الاسفنجية، والحيوانات المرجانية ، والديدان ، والقواقع ، ونجوم البحر ، وحيوانات أبو جلمبو . وباستثناء الأسماك التى لم تكن قد ظهرت بعد ، فان هذه هى أنواع الحيوانات التى نجدها فى البحار فى الوقت الحاضر . ولكن معظم هذه الحيوانات القديمة تبدو غريبة على أعيننا لأنها كانت تختلف اختلافا كبيرا عن أحفادها الحديثة . كما أن الحيوانات التى كانت تعيش فى البحار فى هذه الأزمان كانت تختلف عن تلك التى تعيش فيها اليوم فى شىء آخر ، ذلك أن حيوانات التريلوبيتس كانت أكثر الأنواع شيوعا بين تلك الحيوانات البحرية القديمة ، وقد اختفت هذه الحيوانات القشرية (الفصيلة التى تضم أبو جلمبو والجمبرى) من فوق الأرض منذ ذلك الحين وكلمة التريلوبيتس معناها «ذو الثلاثة الفصوص» ، وقد سميت التريلوبيتس بهذا الاسم لأن أجسامها كانت مقسمة طوليا الى ثلاثة أقسام واضحة .

وقد استمرت التريلوبيتس سائدة على الأرض نحو ١٠٠ مليون سنة . ولم يكن متوسط طولها يزيد عن بوصتين أو ثلاث . وكانت هذه الحيوانات ذات السيادة تتغذى على النباتات والحيوانات المتحللة والكائنات المجهرية . وأخيرا هبطت أسهم التريلوبيتس وضاعت مكانتها ، ويحتمل أن يكون ذلك قد حدث بسبب ظهور الأسماك . وفى نهاية الباليوزوى كانت التريلوبيتس قد اندثرت . ولا نعرفها اليوم الا على صورة حفريات متحجرة .

ظهور الأسماك : لم تكن للحيوانات التى عاشت فى مستهل الحقب الباليوزوى أعمدة فقرية . ولقد كان لها على اختلاف أنواعها هياكل خارجية تتكون من الأصداف أو الصفائح . وكانت نشأة الأسماك من هذه الأنواع المنخفضة حدثا له أهميته ، يشير الى نشأة الحيوانات ذات الأعمدة الفقرية أو الفقاريات ، وهى مجموعة تضم البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات التى منها الانسان نفسه .

وعلى ذلك فان الأسماك كانت أول الحيوانات الفقارية . ولقد كانت أقدم أنواعها مع ذلك مختلفة كل الاختلاف عن الأسماك التى نعرفها اليوم . فمنها الأسماك المفزعة terrible fish التى كانت تبلغ أطوالها ٢٠ قدما ، وكانت تعيش فى الحقب الباليوزوى . وقد وجدت بقاياها فى صخور الطفل الأسود بالقرب من كليفلاند أوهايو فى الولايات المتحدة . وكان يحمى هذه الأسماك درع من الأغلفة المفصلية التى تمتد فوق الرأس والعنق والجزء الأمامى من الجذع . وكانت هذه الأسماك فريدة من حيث انها كانت الحيوانات الوحيدة التى تستخدم عظام الفك فى عملية الأكل ، لأن أسنانها لم تكن سوى نتوءات حادة من الفكين العلوى والسفلى . وكانت هذه الفكوك المرعبة قادرة على شطر أى من الحيوانات التى كانت تعاصرها الى نصفين .

وقبل نهاية الحقب الباليوزوى ظهر سمك القرش Sharks ثم ظهرت الأسماك ذات العظام الصلبة التى هى أسلاف الأسماك الحالية ٠

النباتات تغزو الأرض : يحتمل أن تكون العقارب أول الحيوانات التى خرجت من مياه البحيرات والبحار ولقد سبقها فى ذلك بعض النباتات ٠ وقد بقيت المملكة النباتية بليون سنة محصورة فى المياه ، ولم تكن قد ارتقت بعد فوق منسوب الأعشاب المائية ٠ ثم غزت النباتات الأرض فى فترة وجيزة نسبيا تبلغ نحو ٥٠ مليون سنة ، فغطتها بالطحالب الخضراء والسرخسيات والنباتات البذرية ٠

ومن الطبيعى أن يكون الانتقال من الماء الى الأرض قد حدث عند حافة البحار والبحيرات ٠ فعند الشواطىء تتهيأ الفرصة أمام أى من النباتات التى ظهرت بالطفرة ، والتى تستطيع أن تتحمل التعرض الجزئى للهواء لكى تعيش على الشواطىء الرطبة عندما تتراجع مياه المحيطات فى أثناء عملية الجزر ٠ وبمثل ذلك ربما تكون نباتات البحيرات التى استطاعت أن تتحمل التراجع الموسمى لمياه البحيرات فى أثناء فصول الجفاف ، قد تمكنت هى الأخرى من مواصلة الحياة ٠

واستطاعت النباتات أن تتقدم ببطء نتيجة لقدرتها على أن تثبت أنفسها فوق الأرض الصخرية ٠ وتكونت التربة لأول مرة من المواد العضوية الناتجة عن تحلل كثير من الأجيال الأولى للنباتات التى غزت الأرض ، نتيجة لتهشم الصخور التى تحتها ٠

وربما تكون الطحالب أول النباتات الأرضية التى نشأت من النباتات المائية ٠ وكان انتشار الطحالب على الأرض محدودا لأنها لم تكن بها أنابيب داخلية ، وهى الأنابيب التى تلزم لحمل العصارة المائية خلال السيقان الى أى مسافات طويلة بين الجذور والأوراق ٠ ونتيجة لذلك فان النباتات التى تمثل هذا القسم كانت صغيرة ، وكان وجودها مقصورا على الأماكن الرطبة ٠

أما السرخسيات فقد تكونت لها الأنابيب التى يمكن أن يرتفع الماء داخلها أقداما عديدة فوق سطح الأرض ٠ وبذلك صارت النباتات قادرة على أن تزيد من انتشارها فوق الأرض ، وأن تتغلب على الهواء الذى فوقها ٠ وقد انتشرت السرخسيات على الأرض فى الحقب الباليوزوى ٠

غابات الفحم الحجرى : يرجع منشأ معظم مايوجد بالعالم من الفحم الحجرى فى الوقت الحاضر الى غابات الحقب الباليوزوى ، فقد هيأت الرطوبة الجوية التى كانت سائدة فى ذلك الحقب والمستنقعات التى كانت منتشرة على سطح الأرض الظروف المناسبة لنمو السرخسيات عديمة الأزهار مدة تبلغ نحو خمسين مليون سنة ، وقد تحول كثير من هذه النباتات السرخسية الى فحم حجرى. ويدخل فى هذا القسم من النباتات أنواع عديدة منها ذيل الحصان والسرخسيات الحقيقية ٠

وكانت نباتات ذيل الحصان Horsetails التى تشاهد اليوم فى صورة نباتات صغيرة تتميز بسيقانها الجوفاء ذات العقل غير المتفرعة كانت فى ذلك الحين أشجارا تبلغ من الطول خمسا وسبعين قدما ، وكان قطرها يبلغ ثلاث أقدام ٠

أما نباتات الأوشنة Club mosses والتى تشمل اليوم بعض النباتات الصغيرة التى تستخدم للزينة فى أعياد الميلاد. فقد كانت العمالقة الحقيقية فى غابات الفحم الحجرى ٠ وكان لأحدها ــ وهو نبات الليبيدودندرون Lepidodendron ــ أوراق ابرية كبيرة وقمة متسعة متفرعة ٠ وقد بلغ طول أحد الجذوع الحفرية التى وجدت بأحد المناجم الانجليزية لهذا النبات ١١٤ قدما ٠

وكان هنالك أيضا أنواع كثيرة من السرخسيات الحقيقية التى كان يبلغ ارتفاع بعضها ٥٠ قدما ٠ وليس من العسير علينا أن نفهم من



تعد السرخسيات الضخمة وأشجار الليكوبود والسيكاد بعض النباتات التى يوضحها هذا الشكل المجمع عن النباتات القديمة • وقد تكون الفحم الحجرى من أمثال هذه النباتات •

الوجهة الكيموية كيف تم تحول الخشب الذى كان بهذه النباتات التى كانت تعيش فى المستنقعات الى فحم حجرى • فالخشب يعد أساسيا مركبا كيمويا من الكربون والأيدروجين والأوكسجين • والفحم الحجرى يتكون أساسا من الكربون • ولكى يتحول الخشب الى كربون لم يكن يلزم الا أن يطرد الأيدروجين والأكسجين ، ثم يتعرض الكربون الأسود المتخلف للضغط •

وقد ساعد على تكوين الفحم الحجرى فى غابات مستنقعات الحقب الباليوزوى ظرفان خاصان • الأول ، أنه بينما ماتت أجيال تتلوها أجيال من الأشجار ، فانها كانت تصان من التعفن السريع بسبب انغمارها فى مياه المستنقعات • وبذلك فان عمل البكتيريا ، بدلا من أن يؤدى الى تحليل جميع الكتلة الخشبية ، قد تم ببطء مما أدى الى طرد الأيدروجين والأوكسجين وبقاء مادة بها نسبة عالية من الكربون •

أما الظرف الثانى الذى أدى الى تكوين الفحم الحجرى فكان هبوط الأرض • فقد أدت الفيضانات الحادثة بسبب البحار والأنهار القريبة الى ترسيب طبقات سميكة من الطين والرمل فوق النباتات المتجمعة • وبذلك انتهى وجود الغابات. وبمضى الزمن تسبب ضغط الطين والرمال وماقد ينشأ عنه من حرارة أرضية فى تغيير النباتات المدفونة وتحولها الى فحم حجرى • أما الطين والرمال فقد تحولت فى النهاية الى صخور •

وقد تفسر لنا العملية التى وصفناها كيف تكونت طبقة واحدة من الفحم • وبعد ذلك عندما تراجعت مياه الفيضان وارتفعت الأرض مرة أخرى تكررت الدورة مرة ثانية فوق قمة التكوينات السابقة • وتكون عن كل غابة من غابات المستنقعات طبقة جديدة من الفحم • وفى أجزاء نعرفها فى الوقت الحاضر من ولاية الينوى بأمريكا نجد أن توالى خمسين دورة من هذه الدورات قد أدى الى ترسب خمسين طبقة من طبقات الفحم •

أعضاء العائلة الفحمية : تقسم الأنواع

المختلفة من الفحم تقسيما أوليا على أساس مدى تحولها من الحالة النباتية الى الحالة الفحمية ، فهى تختلف تبعا لذلك ، فهناك الفحم المسمى البيت Peat الذى هو أقرب شبها بنباتات المستنقعات الأصلية ، ثم الفحم البنى ، ثم الفحم الناعم ، وأخيرا الفحم الصلب .

وتتم حاليا عملية تكوين الفحم البيت الذى يمثل المرحلة الأولى من مراحل تكوين الفحم ، فى بعض أماكن مثل المستنقعات الموجودة فى منطقة جريت ديسمال Great Dismal فى فرجينيا وكارولينا الشمالية فى الولايات المتحدة . فهنا يؤدى التحلل الجزئى للنباتات الى تكوين كتلة مضغوطة من البيت البنى . وعندما يستخرج البيت من هذه المستنقعات ، فانه يقطع الى كتل ، ويترك ليجف ثم يستخدم وقودا .

فاذا ترسب فوق فحم البيت كميات ضخمة من الرمل والطين ، فانه يكون طبقة مضغوطة من الفحم الأسمر أو البنى Brown Coal أو الليجنايت Lignite .

وتؤدى الضغوط الكبيرة الى تحويل المواد المدفونة الى فحم بتيومى ، أو الفحم الناعم الذى يعد أهم أفراد العائلة الفحمية ، سواء كوقود للصناعة ، أو كمصدر غنى بكثير من المواد الكيموية . وفى المناطق الأبالاشية Appalachian regions ـ وبخاصة فى الشمال الشرقى من بنسلفانيا ـ أدى الضغط الناشىء عن تكوين الجبال الى تحويل الفحم البتيومى الى فحم انثراسيت anthracite ، وهو نوع من الفحم يعد مثاليا لاستخدامه داخل المساكن ، لأنه لا يتصاعد منه عند احتراقه الا قدر ضئيل جدا من الدخان ، أو السناج ، أو الرائحة . ويعد الأصل النباتى للفحم من الأمور الواضحة ، لأن الطوابع الحفرية لأجزاء السرخسيات توجد بكثرة فى طبقات الفحم ، بل توجد فى بعض الأحيان جذوع أشجار كاملة تحولت الى فحم .

الحيوانات تتجه نحو الشاطىء : لقد هيأ الغطاء الفاخر من النباتات الذى كسا الأرض فى الحقب الباليوزوى مكانا للاقامة ومورد طعام للحيوانات التى كانت تخرج من البحار الزاخرة بها . فظهرت العقارب والعناكب التى تتنفس الهواء ، والتى هى أسلاف العقارب البحرية . وتلا هذه الكائنات ذات الثمانى الأرجل الحشرات ذات الست الأرجل . ومما يلفت النظر فى هذه الحيوانات ظهور ثمانمائة نوع مختلفة من الصراصير فى فترة من الفترات . وكان طول بعضها يتراوح بين أربع وخمس بوصات . فلا عجب اذا سميت هذه الفترة أحيانا « عصر الصراصير » .

وكانت تطير حول أشجار ذيل الحصان الضخمة وغيرها من السرخسيات فى غابات الفحم حشرات أولية من فصيلة الرعاش مما كان يبلغ طول أجنحته عند بسطها قدمين ونصف قدم . وتوجد عينات من هذه الحشرات التى بلغت من الكبر حجما لم تبلغه فى سائر الأزمان محفوظة فى صورة آلاف من الحفريات التى وجدت بالقرب من الم بولاية كانزاس بأمريكا .

وتعتبر نشأة فصيلة الحشرات ابتداء من الأزمنة الباليوزوية حتى الآن احدى قصص النجاح الخيالى التى بلغت أوجها فى العهد الحاضر وأدت الى ظهور أكثر من سبعمائة ألف نوع مختلف من الحشرات التى تسكن العالم اليوم .

الفقاريات الأرضية : فى سنة ١٩٣٨ عثر بعض الصيادين الذين كانوا يعملون على طول الساحل المقابل لايست لندن بجنوب أفريقيا على احدى الأسماك العجيبة ؛ وكانت هذه السمكة الغريبة معروفة معرفة جيدة لدى العلماء . ولكنهم كانوا لا يعرفونها الا فى صورة حفرية . والواقع أن مئات الأنواع من حفريات هذه الأسماك القديمة التى تسمى سيلاكانيثس Coelacanths قد وجدت فى أثناء الحفر لاقامة مكتبة جديدة فى جامعة برنستون بنيوجرسى بأمريكا . وقد استولت الدهشة على الأوساط العلمية عندما

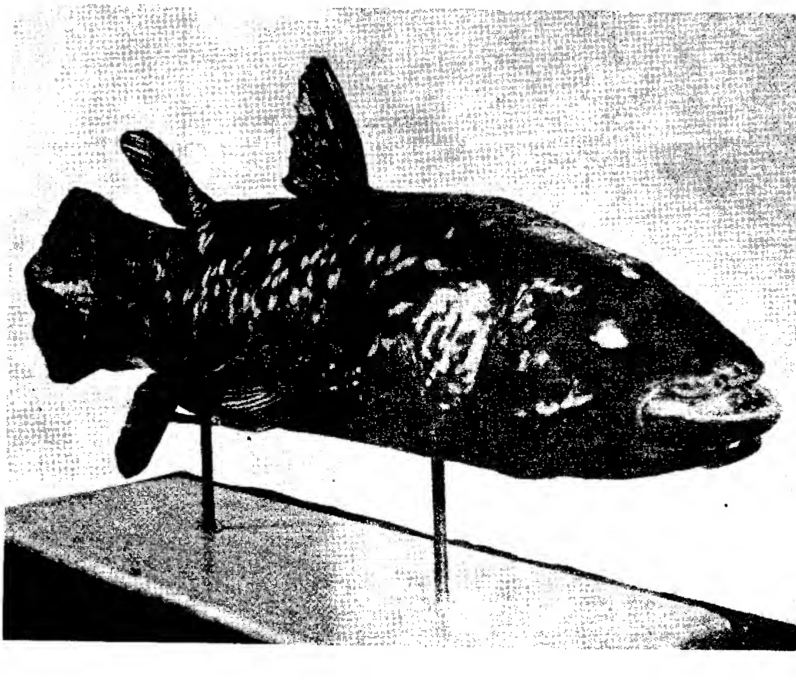
درست هذه الحفرية الحية وقورنت بنظيرتها الحفرية القديمة • ويعتبر هذا النوع من الأسماك ذا طرافة خاصة ؛ لأنه من أسلاف الأسماك الأولية ذات الزعانف المفصصة التي يعتقد أنها أصل الفقاريات الأرضية • وسوف نكتشف بعد قليل مزيدا من المعلومات حول هذه الزعانف المفصصة •

وقد يتوقف خروج فصيلة من الحيوانات الفقارية من بيئتها المائية على وجود عضوين أساسيين وهما الرئات والأرجل ؛ فأعضاء التنفس في الأسماك هي الخياشيم وهذه تعتبر أساسيا شرائح من الأنسجة تتخللها أوعية دموية كثيرة ويوجد في الماء الذي ينبغي أن يمر على الخياشيم باستمرار أوكسجين ذائب ، يمر بعضه خلال أغشية الخياشيم الرقيقة الى الدم الذي يدور داخل الجسم • أما في الفقاريات ذات التنفس الهوائي ، فان الأوكسجين يمر من الأكياس الهوائية التي بالرئات خلال الأغشية الرطبة الى تيار الدم •

فكيف نشأت الرئات ؟ نستطيع أن نجد الحل اذا تفحصنا الأسماك الحديثة تفحصا دقيقا • فلمعظم الأسماك مثانات هوائية كيسية الشكل وهي نوع من « العوامة » التي تساعد الأسماك على الاحتفاظ بمكان ثابت على الأعماق المختلفة في الماء دون مجهود عضلي •

وفي السمكة الرئوية العجيبة التي تعيش في الوقت الحاضر في أفريقيا وأمريكا الجنوبية واستراليا ، يقوم الكيس بوظيفة أخرى في أثناء مواسم الجفاف التي تمر على هذه الأسماك • والأسماك الرئوية الأفريقية بدلا من أن تتبع المياه المتراجعة للنهر تحفر لنفسها فجوات في الطين وتحيط نفسها بعلبة طينية صلبة • ولهذه العلبة أنبوبة تسمح بمرور الهواء من الخارج الى فم السمكة ، وبالتالي الى مثاناتها التي تقوم بوظيفة الرئات • وتعيش السمكة في العلبة الطينية زهاء نصف السنة حيث تتنفس برئاتها وتعيش على الدهن الذي تدخره في الموسم الذي يوجد به الماء •

وتوجد شواهد على أنه قد ظهرت في أثناء بعض فترات الحقب الباليوزوي • فصول جفاف موسمي، صحبها تراجع الماء ، بل جفاف مساحات شاسعة • وعلى ذلك فان ظروف البيئة كانت مهيأة لنشأة الحيوانات ذات التنفس الهوائي • وكان لدى الأسماك التي أمكن استخدام مثاناتها الهوائية كرئة ، ولو الى درجة بسيطة ميزة على



يوضح هذا الشكل الهيكل الخارجي لحيوان السيلاكانيس الذي لم يكن يعرف الا كاحدى الأسماك حتى عثر الصيادون على واحد منها في عام ١٩٣٨ • وتنتسب هذه الأسماك الى نوع الأسماك التي يظن أنها كانت أول الأسماك التي زحفت خارج الماء •

غيرها من الأسماك • ولعل هذا النوع من الأسماك هو الذى هيأ حلقة الاتصال بين الفقاريات المائية والفقاريات الأرضية •

وكما ذكرنا من قبل فان الأرجل كانت هى الأخرى أساسية لانطلاق الفقاريات من بيئتها المائية • وفى الأسماك يعد الذيل العضلى عضو الحركة الرئيسى . أما الزعانف المزدوجة فتستخدم لتغيير الاتجاه ولوقف الحركة ، على شرط أن تكون حركة السمكة بطيئة • ولكن الأسماك ذات الزعانف المفصصة كانت تختلف عن ذلك ؛ فقد كان لها زعانف مزدوجة بقاعدة كل منها تركيبة من العظام تشبه الى حد كبير تلك التى توجد فى الحيوانات ذوات الأربع الأرجل • ومن المحتمل أن الأسلاف القريبة للحيوانات الأرضية كانت من هذه الأسماك ذات الزعانف المفصصة ، وأنها كانت تستطيع أن تزحف خارج الماء وتتحرك الى حد ما على الأرض •

وقد قضت أحفاد هذه الحيوانات ذوات الزعانف المفصصة والتى كانت تستطيع أن تمشى ، أوقاتا متزايدة فوق الأرض • ويحتمل أن تكون الحيوانات البرمائية قد اشتقت من هذه الأسماك • ومن أمثلة البرمائيات الموجودة فى الوقت الحاضر الضفادع وحيوانات السلمندر • ويعطينا تاريخ حياة الضفادع الحديثة صورة مماثلة لما حدث من التطور فى أثناء الانتقال من الحياة المائية الى الحياة الأرضية • فالضفادع تبدأ حياتها « بأبى ذنيبة » الذى يشبه السمكة ، والذى يدفع نفسه فى الماء بذيله ذى الزعنفة ، ويتنفس بالخياشيم • ويتحول « أبو ذنيبة » أمام أعيننا الى حيوان أرضى ، فتنمو له أولا أرجل خلفية تتبعها أرجل أمامية ، ويفقد ذيله اللحمى ، وتتكون له رئات هوائية التنفس • ويعتبر خروج الضفادع من بيئتها المائية خروجا جزئيا ؛ لأنها لابد لها من العودة الى الماء لكى تتزاوج فيه وتضع فيه كتلها الهلامية من البيض •

وقد تم التحرر الكامل من الماء فى حالة الزواحف التى ظهرت فى أواخر الحقب الباليوزوى ويحتمل أنها كانت من أحفاد البرمائيات الأولية . وقد تكون للزواحف بيضة صلبة مثقبة تحمى الجنين من الجفاف وتسمح له فى الوقت ذاته بالتنفس •

ولا ينبغى أن نظن أن جميع الحيوانات قد صارت أرضية • فالحيوانات المرجانية ، والحيوانات الرخوة ، والقواقع ، والأسماك ، وغيرها من الأنواع العديدة الأخرى ، استمرت تعيش فى الماء وتزدهر فى البحار •

نهاية الباليوزوى : لقد كانت المسافة التى تفصل بين آلتونا وفيلادلفيا ، وكلاهما فى ولاية بنسلفانيا بأمريكا ، فى يوم من الأيام أطول مائة ميل مما هى عليه اليوم . هكذا يقدر الجيولوجيون فى دراستهم الجيولوجية لبنسلفانيا • فكيف أمكن ذلك ؟

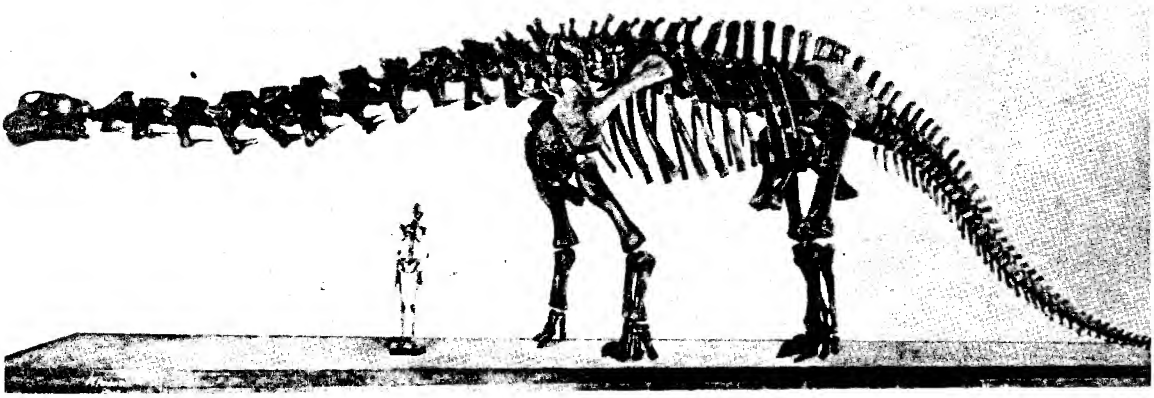
يخبرنا الجيولوجيون أن نهاية الحقب الباليوزوى كانت تتميز بتغيرات أرضية ذات طابع عنيف ؛ فقد أدت الضغوط الهائلة على صخور القشرة الأرضية الى جعلها تتجعد وتبرز الى أعلى كما يحدث لاحدى السجاجيد عندما تضغط أطرافها نحو الداخل • وقد نتج عن ذلك ارتفاع سلاسل من الجبال منها جبال الأبلاش التى بلغ ارتفاع بعضها مايتراوح بين عشرين وثلاثين ألف قدم • وبذلك قصرت المسافات بين الأماكن التى أصابتها هذه الضغوط •

وتلك الفترة التى بنيت فيها الجبال ، والتى أدت أيضا الى ظهور جبال الألب فى أوروبا ، تلاها تراجع فى المياه الأرضية وتقدم فى كتل الجليد على وجه الأرض كلها تقريبا ، وبذلك فقد تميزت الأزمنة الباليوزوية بتغيرات جوية بلغت أقصاها خلاله •

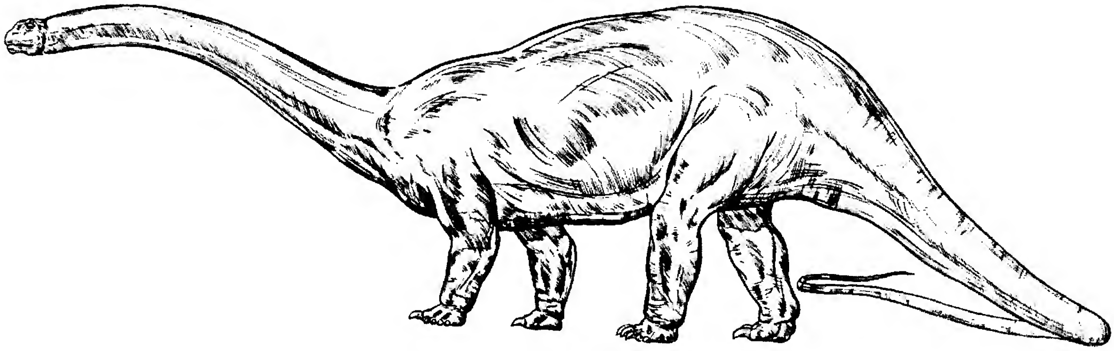
وقد أدت هذه الظروف بطبيعة الحال الى



التيرانوصور ، ملك حيوانات الديناصور. ويعطينا هذا الهيكل فكرة عن مدى توحش هذه الزواحف القديمة .



بمقارنة هـــذا الهيكل بهيكل الانسان ، نستطيع أن نتصور مدى ضخامة الديناصـــور القديم « برونتوصور » .



جمع هذا الشكل للبرونتوصور على أساس دراسة دقيقة لهيكله .

تدمير كثير من الكائنات الحية • فكثير من اللافقاريات البحرية قد صدمت صدمة قوية بجفاف بيئاتها التى عند أطراف البحار • أما النباتات المحبة للدفء ، والتى كانت تعيش فى المستنقعات وتكون غابات الفحم الحجرى ، فقد حل مكانها نباتات بذرية مثل الصنوبريات ونخيل الساجو ونباتات السيكاد •

حقب الحياة الوسطى

الحقب الميزوزوى (الحياة الوسطى) : يعتبر الحقب الميزوزوى بحق عصر الزواحف ؛ ففى هذا الحقب ساد الأرض الديناصور الزاحف ، وغزت الثعابين المائية المحيطات وقهرتها ، وسادت الهواء أنواع من الزواحف تعرف بالتنينات الطائرة flying dragons • وبقيت الزواحف ـ التى يمثلها تمثيلا متواضعا فى الوقت الحاضر السلاحف والتماسيح والعظايا « السحالى » والحرباء والأفاعى ـ نحو مائة مليون سنة ، وهى سيدة جميع الكائنات الأرضية • ومتاحفنا مليئة بالعظام الضخمة التى خلفتها هذه الفصيلة العنيفة فى مقابر الحقب الميزوزوى •

الديناصور : يعد الديناصور نجم الزواحف القديمة. كما يعد التيرانوصور Tyrannosaurus Rex ـ وهو أحد أنواع الديناصور ـ ملكها جميعا • فقد كان يبلغ طوله من الأنف الى الذيل نحو خمسين قدما ، وكان ارتفاعه عندما يقف قائما على أرجله الخلفية يبلغ عشرين قدما • ويبلغ طول رأس هذا المخلوق آكل الحيوان أربع أقدام ، وكان مسلحا بأسنان حادة يبلغ بروزها من الفك نحو خمس أو ست بوصات • وكان فم التيرانوصور الضخم ، والذى يعد أشد الحيوانات التى عرفت فى جميع الأزمان توحشا ، يهيىء له سلاحا قويا ضد الديناصور الذى كان أقل منه قوة •

ويعد البرونتوصور Brontosaurus الحية ذات الرعد أحد أنواع الديناصور الضخمة أيضا • فقد كان طوله يتراوح بين ٦٠ و ٧٠ قدما ، ووزنه نحو ٣٠ طنا • وبخلاف التيرانوصور كان هذا الحيوان يمشى على أقدامه الأربع جميعا ، وكان له رقبة طويلة نحيلة تنتهى برأس صغير يناسب معيشته النباتية • أما الدبلودوكس Diplodocus وهو أحد أقارب البرونتوصور فكان أطول المخلوقات التى مشت منذ الأبد على سطح الأرض • وأفضل هيكل لهذا الحيوان موجود فى الوقت الحاضر فى متحف كارنيجى فى بتسبورج ويبلغ طوله ٨٧ قدما •

والستيجوصور Stegosaurus الذى يحتمل أن يكون أغرب حيوانات الديناصور شكلا ، كان له صفان من الصفائح المثلثة التى كان يحملها قائمة على طول جسمه ، والتى كانت تبرز من جمجمته الرقيقة نسبيا وتمتد على طول ظهره حتى نهاية ذيله تقريبا. وبالقرب من نهاية ذيله القصير كان يوجد زوجان من الأشواك الثقيلة التى يبلغ طول كل منها قدمان والتى لابد أنها كانت سلاحا فعالا ضد الديناصور آكل اللحوم • وبرغم ذلك فقد كان السيتجوصور عرضة للهجمات الجانبية من أعدائه •

وكان التريسيراتوبس Triceratops يحمى نفسه بطريقة أخرى • فقد كان له ثلاثة قرون وحلية عظمية عجيبة تمتد من رأسه الذى كان يبلغ طوله سبع أقدام نحو الخلف وفوق العنق •

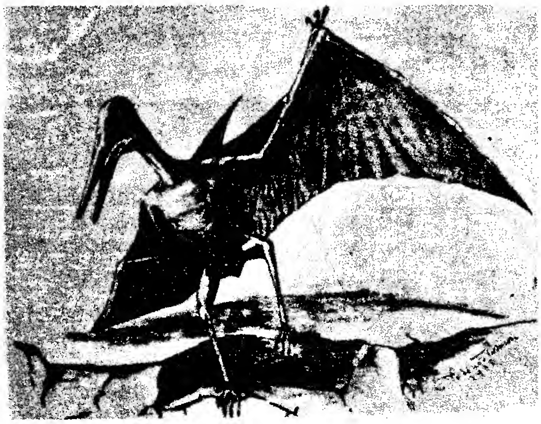
الزواحف تعود الى البحر : كانت الزواحف أول الفقاريات التى حققت التحرر من الحياة المائية ، وكانت أيضا الأولى فى عودتها الى الماء • لقد صارت الزواحف البحرية أكبر الكائنات وأقواها فى البحار الميزوزوية ، وكانت أبناء عمومتها من الديناصور تسود الأرض • فلقد وصل طول الاكثيوسور المائى مثلا ٢٥ قدما ، وكان لها بدلا من الأرجل أطراف تشبه المجاديف. كما كان لها ذيل نام يشبه ذيل السمكة ويعتبر العضو الأساسى للحركة • وبدلا من ذهابها الى

الشاطىء لكى تضع بيضها ، فقد كانت تلد أحياء .ومع ذلك فقد احتفظ الاكثيوسور بخاصية الزواحف من حيث تنفسه للهواء الجوى .

وهنالك جماعة أخرى من الزواحف البحرية وهى حيوانات موصاصور mosasaurs وهى كائنات طويلة نحيلة ، يبلغ طولها ٣٥ قدما ، وتشبه الى حد كبير الأفاعى البحرية التى يتساهدها البحارة مرة كل بضع سنوات فلا ينسونها .

الزواحف تغزو الهواء : كانت الحشرات كما رأينا أول الكائنات التى امتدت مملكتها الى الهواء . أما أول الفقاريات التى تركت الأرض والأشجار فكانت الزواحف يمثلها جماعة تسمى الزواحف الطائرة أو البتيروداكتيل Pterodactyls ، وقد اشتقت هذه الرواد للهواء قدرتها على الطيران من جناح غشائى يتكون من الجلد ، الذى يمتد من « عقل » الاصبع الرابعة للطرف الأمامى التى استطالت الى حد كبير ثم التصقت بالجسم خلفا حتى نهاية الجذع . أما الأصابع الثلاث الأولى فكانت معتادة الطول ، وكان كل منها ينتهى بمخلب مما يحتمل أنه كان ذا فائدة فى تسلق الأشجار والقبض على غصونها.

وبينما لم يكن حجم بعض هذه الزواحف الطائرة أكبر من حجم الببغاء ، فقد كان طول الجناح المفرود فى بعضها الآخر يتراوح بين ٢٠ ، ٢٥ قدما . ولابد أن منظر البتيرانودون Pteranodon ، وهو من أكبر تلك الزواحف الطائرة ، كان من المناظر المألوفة فى هواء الميزوزوى فوق المنطقة المعروفة الآن بمنطقة كانساس الغربية حيث كانت تطير بأجنحتها التى كان يبلغ طولها « مفرودة » خمسا وعشرين قدما فوق البحار القديمة التى كانت تغطى تلك المنطقة يوما من الأيام وكانت هذه الحيوانات تصطاد الأسماك بمناقيرها الحادة . وبرغم كبر أجنحتها ، فان وزنها لم يكن كبيرا ؛ اذ لم يكن يزيد على



ليس هذا بطائر ، ولكنه الطائر القديم ، وهو أحد الزواحف الطائرة . وكان من آكلة اللحوم له أسنان حادة وأجنحة طويلة ذات أصابع على عظام الجناح .

عشرين أو ثلاثين رطلا لأن أجسامها كانت صغيرة وعظامها كانت مجوفة .

أول الطيور : انتقل الى الهواء فريق آخر من الزواحف فى نفس الوقت الذى انتقلت اليه فيه الزواحف الطائرة التى تسمى البتيروداكتيلز. وينتمى الى تلك الفصيلة الجديدة أول طائر حقيقى معروف ويسمى الاركيوبتيركس Archaeopteryx أو الطائر القديم . وكان هذا الكائن فى حجم الحمامة المستأنسة ، ولكنه كان مغطى بالريش تغطية جزئية فقط . ولم تكن أجنحته القصيرة المستديرة ذات قوة كافية لتجعله يطير طيرانا حقيقيا ، فكان طيرانه أقرب الى الانزلاق فى الهواء منه الى الطيران الحقيقى .

وكان للطائر القديم ثلاث أصابع فى نهاية كل جناح ، وكانت هذه الأصابع مزودة بمخالب تستعمل للقبض والتمزيق . وكان لهذه الطيور القديمة فكوك قوية دون مناقير كما كان لها أسنان ، ومن المعروف أن الطيور الحديثة ليس لها أسنان . كما أنها كانت تنفرد بذيولها العظمية الطويلة . وعلى ذلك فان الخاصية الوحيدة التى

كانت تشترك فيها هذه الطيور القديمة مع الطيور الحديثة هى وجود الريش ٠

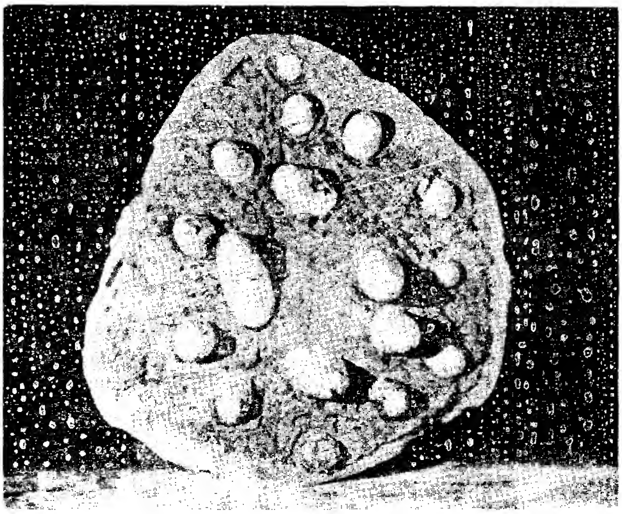
وفى الحقب التالى نشأت من الاركيوبتيركس وأقربائه طيور خالية من الأسنان والمخالب تشبه الطيور التى نعرفها اليوم ٠ ومع ذلك فان الطيور الحديثة قد سرقت من أسلافها الزواحف القديمة تلك الحراشيف التى تغطى أرجلها ٠

بداية الثدييات : ظهر فى خلال الجزء الأكبر من الحقب الميزوزوى حيوانات صغيرة ضئيلة لم يكن حجم معظمها يزيد عن حجم الفئران ٠ وكانت هذه الحيوانات تجرى هنا وهنالك بسرعة خاطفة وتحافظ على حياتها بسرعة أقدامها وبمهارتها فى مفاجأة الديناصور واثارة الرعب فيه ٠ فقد كانت تلك فصيلة جديدة من الحيوانات التى سوف تسود الأرض فى الحقب التالى ٠ لقد كانت هذه الحيوانات هى الثدييات ـ تلك الكائنات ذات الدم الحار التى كان يغطيها الشعر والتى كانت ترضع صغارها من غددها اللبنية أو أثدائها ٠

والحيوانات الثديية التى نشأت هى نفسها من الزواحف ، لعبت الجولة الثانية بعد الديناصور وأبناء عمومته طيلة الحقب الميزوزوى ٠ وفى نهاية هذا الحقب مرت بالأرض أوقات عصيبة ٠ فالبرودة والجفاف اللذان انتابا الأرض خلال هذه الفترة ، أظهرا قيمة بعض الخواص التى تمتاز بها الثدييات ٠ فالثدييات بفضل دمها الحار



خلد الماء : حيوان ثديى بياض ٠ وهو من الحيوانات النادرة فى عالم الحيوان ٠



اكتشف البيض الحفرى لحيوان الديناصور لأول مرة فى صحراء جوبى بمنغوليا عام ١٩٢٣ وقد وجدت عظام ظاهرة لجنين الديناصور فى بعض البيض ٠

وما يغطى جسمها من الفراء ، كانت تستطيع أن تحتفظ بدرجة حرارة أجسامها ثابتة فى الجو الذى تنخفض فيه درجة الحرارة الى حد التجمد ٠ والثدييات بفضل ماتمتاز به من سرعة الحركة كانت تستطيع أن تغير من بيئاتها أكثر مما تستطيعه حيوانات الديناصور البطيئة كما كان من أسباب قدرة هذه الحيوانات على مواصلة الحياة ماكانت توليه لصغارها من عناية أكبر مما فى الحيوانات الأخرى ٠ وهنالك ميزة أخرى لهذه الحيوانات ربما كان لها أهميتها فى حياتها ، وهى مايظهر أنها كانت تمتاز به من ذكاء كبير ، وهى صفة نستطيع أن نستدل عليها من الشواهد التى تكشف عنها حفريات جماجمها ٠

أحداث أخرى فى الميزوزوى : ان ظهور الزواحف والطيور والثدييات فى الحقب الميزوزوى ينبغى ألا يجعلنا نغفل أن هناك تغيرات كانت تتم فى الفصائل الأخرى القديمة من الحيوانات التى كانت موجودة فى ذلك العهد ٠ فلقد كانت هنالك تغيرات جسيمة تحدث فى عالم اللافقاريات ومافيه من الحيوانات الأولية ، والحيوانات الرخوة ، ونجوم



اكتشف العالم الجيولوجى رولاند بيرد أن هذه الفجوات الضخمة هى آثار أقدام الديناصور. فمنذ ١٣٥ مليون سنة ترك البرونتوصور هذه الآثار فى مسطحات طينية فى المنطقة التى تعرف الآن بمنطقة تكساس .

البحر ، والحيوانات الصدفية ، والحشرات . كما كانت هنالك تغيرات فى الأسماك .

كما كان هنالك تقدم ملحوظ فى مملكة النباتات . فنباتات السيكاد وهى النباتات البذرية التى تشبه أشجار النخيل ولكنها خالية من الأزهار ، بلغت من الكثرة حدا كبيرا ، حتى ان الفترة الأولى من الحقب الميزوزوى يطلق عليها أحيانا عصر السيكاد. والأشجار الصنوبرية ومنها أشجار الصنوبر والتنوب الفضى والعرعر والسعد والسيدار وغيرها كانت كثيرة فى الميزوزوى . ويحتمل أن يكون ارتفاع بعضها قد وصل الى ٢٠٠ قدم، كما يستدل على ذلك من كتل الأخشاب المتحجرة الموجودة بالغابة المتحجرة فى ولاية أريزونا بأمريكا ، كما أشرنا الى ذلك فى هذا الفصل . وهنالك فصيلة ثالثة ازدهرت خلال الميزوزوى وهى نباتات الجنجو ginkgoes التى يمثلها فى الوقت الحاضر نوع واحد من أشجار الجنجو . ولا شك أن هذا النوع قد حفظ من الاندثار عن طريق زراعته فى الصين ، وهو منتشر الآن كشجرة مستوردة فى جميع أنحاء العالم .

وتعتبر نباتات السيكاد والنباتات الصنوبرية ونباتات الجنجو ، جزءا من النباتات اللازهرية حاملة البذور . وهنالك فصيلة أخرى ، وهى النباتات ذات الأزهار الحقيقية التى بدأت فى الميزوزوى وانتشرت بسرعة فى نهاية هذا الحقب حتى صارت هى النوع السائد من النباتات . والنباتات الزهرية تضم النباتات التى يعرفها الانسان جيدا ويقدرها غاية التقدير ومنها الأشجار الخشبية كالبلوط والزان ، والنجيليات ونباتات الحبوب .

وقد أثر تطور النبات فى تطور الحيوان وعلى ذلك فاننا نجد أن النحل والفراشات قد ظهرت بظهور النباتات الزهرية . كما هيأت الأشجار الخشبية وبذور النباتات البقلية الطعام والمأوى لكثير من الثدييات الناشئة .

وبنهاية الحقب الميزوزوى وبداية الحقب التالى ظهرت جميع الأنواع الشائعة من النباتات والحيوانات المألوفة . وكان على المملكة الحيوانية بعد ذلك أن تنتشر بصورة واسعة وأن تضيف كثيرا من الأفراد الجدد الى فصائلها .

نهاية الميزوزوى : لقد اتصفت آل ١٢٠ مليون سنة التى استغرقها الحقب الميزوزوى بالتغير الشامل الذى أدى الى ظهور جبال الروكى Rocky Mountain فى أمريكا وقد تميزت هذه الفترة بما حدث فيها من ارتفاع فى الأراضى وبالنشاط الذى أدى الى تكوين الجبال . فقد حدثت ضغوط هائلة فى القشرة الأرضية بدأت من المغرب وأدت الى انثناء الصخور مكونة جبال روكى التى امتدت على مسافة ثلاثة آلاف من الأميال من ألاسكا الى المكسيك .

وبارتفاع الكتل الأرضية جفت المستنقعات

وتراجعت البحار التى بداخل القارات واتسعت مساحة القارات ، وحل مكان الجو المعتدل الذى سمح لأشجار النخيل والتين بالنمو فى جرين لاند الغربية جو أشد برودة.وصارت المناطق الطقسية أكثر تحديدا وأشد وضوحا مما كانت عليه من قبل •

وأسدلت نهاية الميزوزوى الستار على حيوانات الديناصور • فماهى الأسباب التى أدت الى الاندثار الكلى لهذا الفريق العتيد من الحيوانات؟ اننا لا نستطيع أن نقدم أكثر من التخمينات التى تقدم بها رجال العلوم الذين بحثوا عن اجابة لهذا السؤال •

فهناك نظرية تذهب الى أن الذكاء المنخفض لهذا الفريق من الحيوانات كان سبب اندثارها • فالعلماء يشيرون الى حيوانات الاستيجوصور على أنها أشد الحيوانات غباء فلقد كان لهذه الحيوانات مخ لا يزيد وزنه على أوقيتين ونصف أوقية فى جسم يبلغ وزنه بضعة أطنان • أما البرونتوصور فقد كان له مخ يزن رطلا أو رطلين فى جسم يتراوح وزنه بين ٣٠ و ٣٥ طنا • فاذا قارنا ذلك بالانسان ، فاننا نجد أن وزن مخه يبلغ الرطلين لكل مائة رطل من وزن الجسم •

وربما يكون الحرمان من الطعام قد لعب دورا • فلعل ماحدث من اختزال فى حياة النبات قد سبب انتشار الجوع الشديد والحرمان من الطعام بين حيوانات الديناصور آكلات الأعشاب ، وتبع ذلك بالتالى حرمان حيوانات الديناصور آكلات اللحوم التى كانت تعيش على افتراس الأنواع السابقة من طعامها •

ولعل ازدياد عدد الثدييات التى ظهرت على الأرض ، والتى كان لبعضها ميل شديد نحو بيض الديناصور ، كان عاملا من عوامل اندثار هذه الزواحف القديمة • ومن الممكن أن يكون انخفاض درجة الحرارة بصورة عامة من العوامل الفتاكة بالنسبة للزواحف ذات الدم البارد •

فربما كان انخفاض درجة حرارة أجسام هذه الكائنات تبعا لانخفاض الحرارة فى بيئاتها على مدى فترات طويلة من الزمان ، قد أدى الى هبوط نشاطها الى الحد الذى جعل احتفاظها بوظائفها الطبيعية أمرا عسيرا •

ويرى بعض العلماء أن الأحجام الكبيرة التى تميزت بها حيوانات الديناصور ، وتهيؤها للمعيشة فى ظروف معينة جعل من الصعب عليها أن تتكيف للتغيرات الحادثة •

كيف تقدم الديناصور

وصار زينة العصور ؟

لقد كان نموه وازدهاره

مؤذنا باندثاره

(رادلكيف « الكتاب الأزرق »)

يونيو سنة ١٩٢٦

ويعتقد بعض العلماء أن اندثار الديناصور له علاقة بالتغيرات الجيولوجية التى حدثت فى نهاية الحقب الميزوزوى ، وهى التغيرات التى وصفناها من قبل • فجفاف المستنقعات ، واختفاء الطعام ، وبرودة الطقس بوجه عام قد نجمت جميعا من التغيرات الهائلة التى حدثت للأرض فى الوقت الذى حدثت فيه الانقلابات التى حدثت بسببها جبال روكى •

وبذلك اختفت حيوانات الديناصور اختفاء كليا بعد أن كانت سائدة على الأرض مائة مليون سنة ، وهى فترة تبلغ مائة ضعف الفترة التى عاشها الانسان على سطح الأرض •

وقد أفسح اختفاء الديناصور فى نهاية الحقب الميزوزوى ، الطريق أمام النزلاء الجدد من الثدييات •

حقب الحياة الحديثة

الحقب الكينوزوى ، أو حقب الحياة الحديثة : لقد أنهت الثورة التى كونت جبال روكى سيادة الزواحف ، وكانت بداية للحقب الكينوزوى الذى يعد حقب الثدييات • ويمتد هـذا الحقب بالغ الحداثة ، وهو الحقب الذى نعيش فيـه اليـوم ، ٧٥ مليون سنة الى الوراء • وفى خـلال هـذه السنوات ، اتخذ سطح الأرض شـكله المألوف لدينا فى الوقت الحاضر • وحفرت الأنهـار التى فى غرب الولايات المتحدة لأنفسها ، مجارى عميقة فى الصـخور مكونة أخاديد رائعـة كتلك التى تشاهد فى جراند كانيون •

وفى خلال المليون السنة الأخيرة من الحقب الكينوزوى ، تقدمت جبال الجليد وتراجعت فوق القارات ، فوضعت بذلك اللمسات الأخيرة لوجه الأرض •

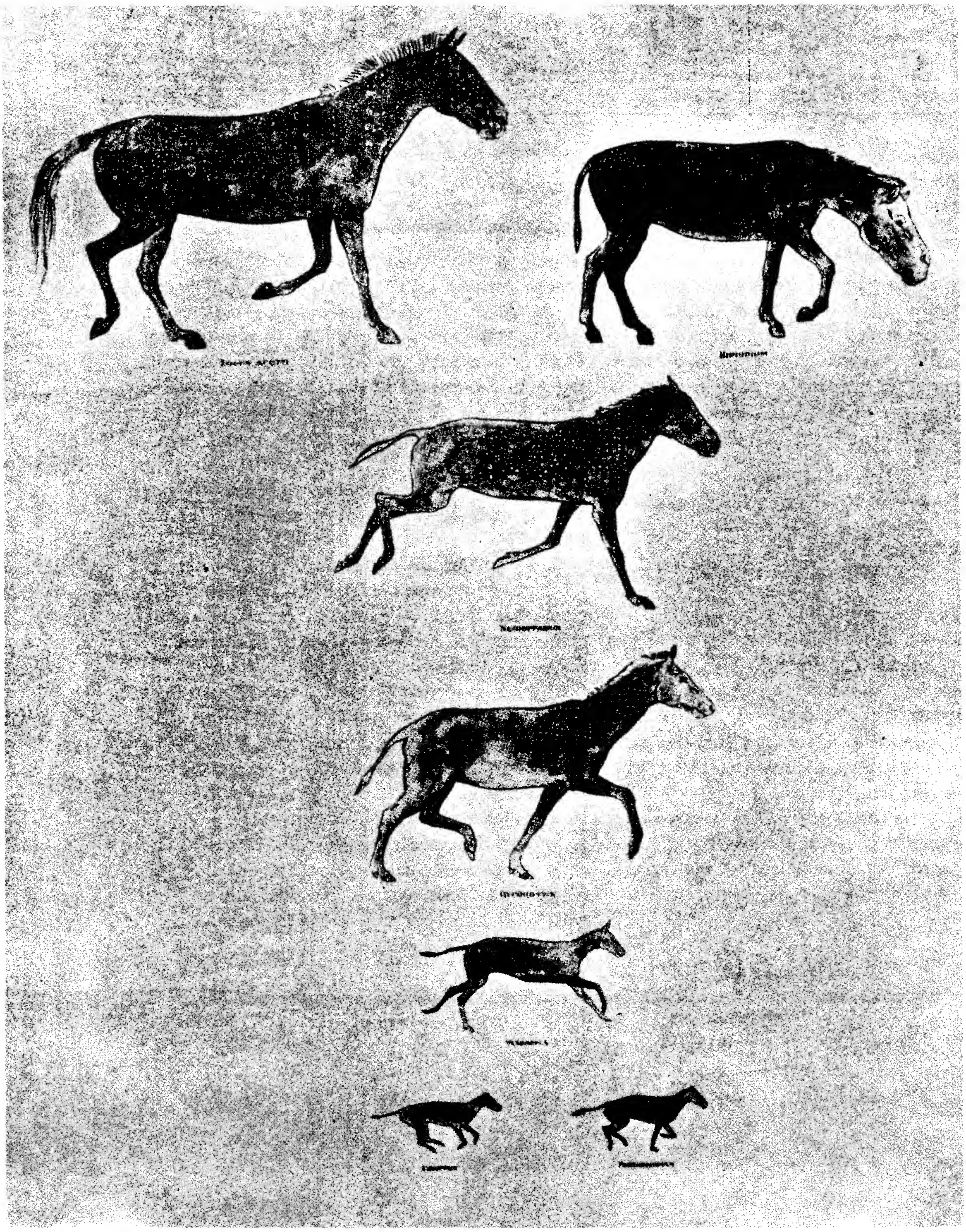
ولقد اتخذت الثدييات جميع سطح الأرض موطنا لها ، ابتداء من المياه السطحية التى بالبحار الى أعلى قمم الجبـال ، ومن الغابات الكثيفة الى السهول المفتوحة ، ومن جحيم المناطق الاستوائية الى زمهرير المناطق القطبية المتجمدة • وقد أظهرت الثدييات قـدرة فائقـة على التكيف فى أسنانها وأطرافها وأمخاخها ، مما جعلها تجد الطعام والأمان فى عدد لا يحصى من البيئات ، حتى فى الهواء كما هى الحال فى الخفافيش •

فردوس الثدييات : ويتجلى تنوع الحيـاة فى الثدييات فيما نشاهده من فصائلها العديدة المعروفة لدينا فى الوقت الحاضر • وتنتسب هذه الأنواع جميعا الى الأنواع الأساسية التى ظهرت فى بداية الحقب الحديث • وتتمثل احدى المراحل الأولى من تطور الثـدييات فى حيـوانين لا يزالان موجودين فى اسـتراليا حتى الآن ؛ وهمـا : خلد الماء ، وآكل النمل الشوكى • وكل منهما له فراء ويرضع صغاره • ولـكن كل منهما يحتفظ بالخاصية القديمة التى ظهرت فى الثدييات وهى وضع البيض • ولا يعتبر هذان الحيوانان مع ذلك أجداد الثدييات الحالية • بل يعتبران فرعا جانبيا من الخط الرئيسى للتطور •

أما الأسـلاف الحقيقية للثدييات ، فغالب الظن أنها كانت تلك الثدييات الأولية التى ظهرت فى الحقب الميزوزوى • والتى أشرنا اليها من قبل،



هـذه الصـورة المجمعة لاحـدى القطط القديمة قد وضعت على أساس ما أمكن جمعه من الهيـاكل وغير ذلك من المصـادر • وقد صيدت حيوانات من هـذا النوع وحفظت فى آبار القار بكاليفورنيا •



من اليوهبس الضئيل الى الحصان الحديث ـ تمثل هــذه الأشكال التغيرات التى حدثت خلال العصور وتعد الحفريات دليلا على هـذه التغيرات ٠وتزداد معلوماتنا عن الحياة القديمة على الأرض كلمــا اكتشف مزيد من الحفريات وتمت دراستها وتصنيفها ٠

والتى لم تكن تزيد فى المتوسط على حجم الفأر . لقد كانت هذه الحيوانات تشبه الحيوانات القارضة فى مظهرها (ولكنها لا تشبهها فى تركيبها الأساسى) .

ولقد نشأ من هذه الحيوانات فرعان من أفرع التطور . أدى أحدهما الى الحيوانات الجيبية marsupials ، أو الثدييات ذات الجيب ، التى يعتبر حيوان الابوصم الأمريكى American Opossum الموجود حاليا مثالا لها . وتتربى الأطفال الصغيرة لهذا النوع فيما يشبه الحضانة أو الجيب حيث تجد المأوى والدفء وحيث تحصل على غذائها من الأثدية التى فى الجيب . وتوجد جميع الحيوانات الجيبية تقريبا فى استراليا حيث يلاحظ أن جميع الثدييات الأصلية هنالك من ذوات الجيب .

أما الاتجاه الآخر من اتجاهات التطور ، فقد أدى الى الحيوانات المشيمية ، تلك الحيوانات التى تغذى صغارها فى أثناء تكوينها داخليا خلال غشاء يعرف بالمشيمة . ويمر الغذاء والأوكسجين خلال المشيمة من تيار دم الأم الى تيار دم الجنين الذى يجاور دم الأم ولكنه يكون مستقلا عنه . وتضم الحيوانات المشيمية آكلات اللحوم والقوارض وذوات الحافر ، والحيتان ، والحيوانات الرئيسية وبعض الفصائل الأخرى .

وللثدييات آكلة اللحوم مخالب وأسنان حادة تناسب طريقة معيشتها . ويقع تحت هذا القسم الحيوانات الشائعة التى نشاهدها فى حدائق الحيوان : ومنها القطط وتشمل الأسد والنمر والفهد ، والوشق أو الليكنس والقط البرى ، كما أن منها الكلاب والذئاب والثعالب وابن آوى والمنك وغيرها .

وقد تحورت الأطراف الأمامية فى تلك الحيوانات وصارت شبيهة بالزعانف أو المجاديف. أما الأطراف الخلفية فغير موجودة ، والذيل يشبه ذيل السمكة . وتولد صغارها حية وتتغذى باللبن من الغدد اللبنية كما فى حالة الثدييات الأخرى . ويعتبر حوت الكبريت Sulphur bottom whale أكبر الحيوانات المعروفة ، الموجودة منها والبائدة ، اذ يصل طوله مايقرب من مائة قدم ويصل وزنه نحو ١٥٠ طنا .

أما القوارض أو الحيوانات القارضة فلها سنان أماميتان فى كل فك تشبهان البلطة . وتشمل هذه الفصيلة الفئران والسنجاب وجرذ المسك والقندس (كلب الماء) والدلدل وغيرها .

والحيوانات الحافرية تضم الخنزير وعجل البحر والجمل والأغنام والماشية والزرافة والغزال والحصان وغيرها وهى من آكلات النباتات .

الحصان يكبر : يستحق الحصان اشارة خاصة فى هذا الفصل عن الحياة القديمة ؛ لأن كثيرا من الحفريات الفاخرة الخاصة بهذا الحيوان قد وجدت فى أمريكا الشمالية . فحيوان اليوهبس Eohippus وهو الحصان الأول ظهر فى باكورة الحقب الكينوزوى ، ولم يكن هذا الحصان يزيد فى حجمه عن حجم الثعلب أو الكلب . وكان لهذا الحصان الصغير أرجل نحيلة ووجه طويل نحيل . وكان له أربع أصابع فى قدمه الأمامية وثلاث فى قدمه الخلفية . وكان يتغذى على الشجيرات لا على الحشائش كما هى الحال فى الحصان الحديث . ثم أظهر تطور الحصان فيما بعد زيادة فى حجم جسمه وظهرت أسنان متخصصة تساعد على تناوله الحبوب وطحنها . وقد ضمرت أصابعه ماعدا الاصبع الوسطى التى استطالت لتكون الحافر . ويوجد مدفونا فى لحم الساق فى الخيول الحديثة عظمتان غير ظاهرتين وهما بقايا الاصبعين الثانية والرابعة ، مما يدل على وجود قرابة بين خيول اليوم وأسلافها ذات الأصابع العديدة .

وبرغم أن خيول اليوم قد نشأت وتكونت فى أمريكا الشمالية ، فقد اندثرت من هذه القارة ولم تبق الا فى أوروبا وآسيا . وقد أعيدت الى موطنها القديم على أيدى الرواد الأوائل للقارة

الأمريكية ٠

ظهور الانسان : تتميز الحيوانات الرئيسية التى ينتمى اليها القرود والنسانيس والانسان بأن لديها مخا كبيرا ٠

وليست معلوماتنا عن تطور الانسان كاملة بسبب قلة ماوجد من الحفريات الخاصة بالانسان القديم ٠ وليست هذه الحفريات الا قطعا من الجماجم وعظام الأطراف ٠ ومع ذلك فان معلوماتنا عن هذا الموضوع فى ازدياد مستمر ، فقد وجدت حديثا بعض الحفريات الهامة ٠

والشيء الذى نعرفه هو أن حفريات الانسان وأقربائه من الأنواع البشرية ، تمتد نحو مليون سنة الى الوراء ، ولا يوجد منها جميعا فى الوقت الحاضر الا نوع واحد يطلق عليه العلماء اسم هوموسابيانز (الانسان العاقل) ٠

ومما يلفت الأنظار فى مجموعة الحفريات الصغيرة ، حفريات الانسان القرد ذى القوام المعتدل ، والانسان البكينى ، وانسان نياندرثال ، وانسان كروماجنن . وقد وجدت مكتشفات حديثة لها أهميتها فى أفريقيا ٠

وقد تعرضت دراسة تطور الانسان الى نوع من سوء الفهم ٠ فليس هنالك من بين النسانيس الحديثة مايعد سلفا للانسان ٠ والنسانيس (وغيرها من الحيوانات الرئيسية) والانسان ترجع الى أصل واحد ، ولكن يظهر أن هذين الخطين قد انفصلا منذ ملايين السنين ٠

التغير يستمر : نستطيع من دراستنا للماضى أن نحكم على أن عملية التغير سوف تستمر ٠ فالقوى الجيولوجية التى عملت فى الماضى على تغيير شكل الأرض مدى ملايين من السنين ، سوف تستمر فى نشاطها ٠ وسوف تظهر صور جديدة من الأحياء ٠

ولكن هنالك شيئا يعتبر جديدا بحق فى عالم التطور ، ألا وهو ذكاء الانسان ٠ فبهذا الذكاء يستطيع الانسان أن يغير الأرض بطرق متعددة ٠ ولأول مرة يوجد نوع يستطيع عن قصد وبشعور أن يخطط التطور الخاص لتقدمه أو لاندثاره ٠

وعندما ننظر الى الوراء نحو تطور الكائنات الحية على الأرض، تبرز أمامنا أفكار معينة تساعدنا على ادراك معنى التغير عبر العصور (١) ٠ ومن هذه الأفكار الهامة مايأتى :

* سار تطور الكائنات الحية على الأرض من أبسط الكائنات الى أعقدها ٠ فالحياة الحديثة قد نشأت من الحياة القديمة ٠

* تمت هذه التغيرات ببطء شديد ٠

* حدثت تغيرات عظمى فى مظهر الأرض وفى الظروف المؤثرة فيها خلال تاريخها الطويل ٠

* أثرت هذه التغيرات الطبيعية فى تكوين النبات والحيوان ٠

* اختفت كثير من النباتات والحيوانات التى كانت تعيش على الأرض يوما من الأيام اختفاء كليا ٠

* تروى لنا الحفريات كثيرا من الأشياء عن حيوانات الأمس ونباتاته وعن ظروف الأرض فى العصور السالفة ٠ وتكشف لنا الحفريات الموجودة بالتكوينات الصخرية عن تتابع الحياة ٠

* وجدت الكائنات الحية فى البحار قبل

(١) سوف تجد مثل هذه التعليمات فى نهاية كل فصل من الفصول المعنونة أ ٠ والغرض منها هو تأكيد المفاهيم الأساسية للمادة العلمية التى يتضمنها الفصل ٠

وجودها على اليابسة بزمن طويل ٠

* الأرض قديمة جدا وقد يزيد عمرها على خمسة بلايين من السنين ٠

* قضت الأرض أكثر من نصف تاريخها الطويل خالية من الحياة ٠

* الانسان طارىء جديد ، لم يظهر الا منذ حوالى مليون سـنة ٠

* يعد ذكاء الانسان عاملا جديدا من عوامل التطور فى الوقت الحاضر ٠

* يستمر العلماء فى دراستهم لكى يصلوا الى كثير من الأشياء التى لا نزال نجهلها حـول ماضى الأرض ٠

اكتشف لنفسك(١)

١ ـ قم بزيارة أحـد المتاحف ، وتخير ثلاث أو أربـع حفـريات ، وحاول أن تكتشف نوع البيئة التى عاش فيها الحيوان أو النبات ، والطريقة التى تحول بها الى حفرية ، ونوع الكائنات الحيـة الحديثـة التى يمكن أن ينتسب اليها ٠ ثم اقرأ الوصف الذى يقدمه المتحف عن هـذه الحفريات لكى ترى مدى ماوصلت اليه من صحة فى أحكامك ٠

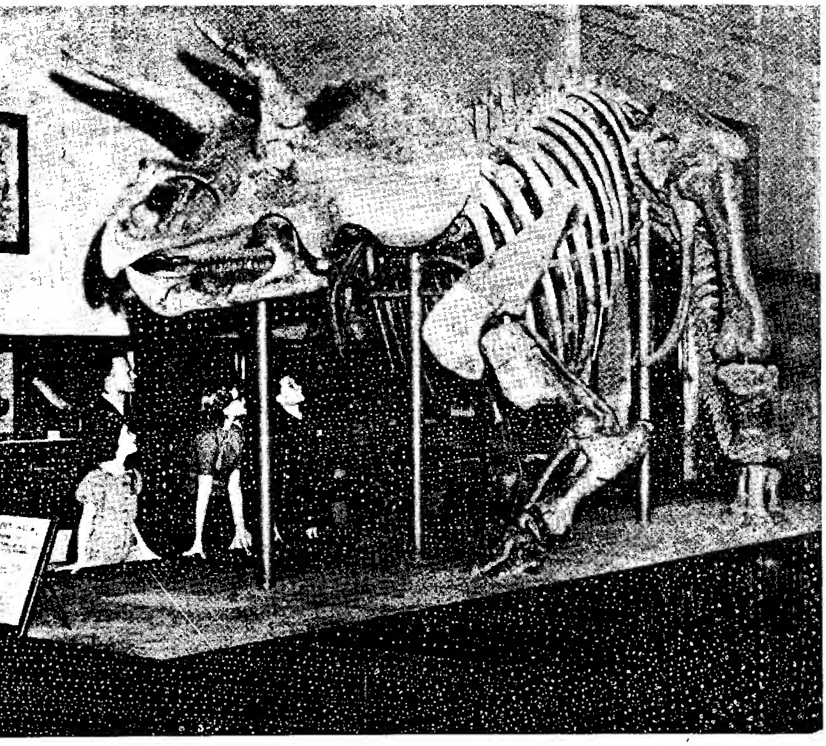
٢ ـ حاول أن تجمع بعض الحفريات من احـدى المناطق القريبة ان وجدت ٠

٣ ـ أرقب ماتقـدمه الصـحف عن اكتشـاف الحفريات ٠ اقرأ هـذه الموضوعات وطبق المبادىء التى تعلمتها فى هـذا الفصل لكى تفهم ماتتضمنه هذه الموجزات التى تقدمها الصحف ٠

٤ ـ حاول أن تعمل قالبا لهيكل أحد الحيوانات٠

٥ ـ حاول أن تكتشف أنواع الحفريات النباتية والحيوانية التى وجـدت فى المنطقة التى تعيش فيها ٠ ماذا تنبئك هذه الحفريات عن التغيرات التى حدثت خلال العصور ؟

(١) ان هذه المقترحات بالأشياء التى تعمل ، وأمثالها التى بالفصول التالية ، يراد بها ان تهيىء الفرصة للمدرسين الحاليين ولمن يعدون أنفسهم للتدريس للقيام بأنفسهم ببعض البحوث من النوع الذى يأملون ان يقوم به التلاميذ أيضا ٠ وهى تتضـمن الاستكشاف والمشـاهدة وملاحظة النتائج باستخدام الطريقة العلمية التى قدمنا وصفها فى الجزء الأول ٠ والمأمول ان يكون تنفيذ هذه المقترحات وسيلة لا لتحصيل المعرفة فحسب ولكن لاكتساب التذوق والتقدير لهذه المـادة العلمية أيضا ٠



الفصل السادس - ب

تدريس "الحيوانات والنباتات القديمة"

من الممكن – بقليل من التخطيط – أن تصير دراسة الحفريات وقصة الأرض على درجة بالغة من الحيوية والطرافة سواء للأطفال أو للمدرسين . ان حيوان الديناصور يشغل خيال الأطفال ، والصورة المنشورة على هذه الصفحة ، مثلا ، جديرة أن تدفع بالأطفال الى المناقشة والتساؤل . وكثيرا مايحضر الأطفال معهم الى المدرسة حفريات مما يجدونه فى حفر الزلط ، أو فى المحاجر ، أو فوق الصخور . وأحيانا يحضرون معهم صورا من المجلات والصحف والاعلانات . وكثيرا ماتتحدث الصحف المحلية عن حفريات تكون قد وجدت عن طريق المصادفة فى أحد الأماكن الريفية المجاورة . كما أنهم كثيرا مايأتون معهم من المنازل بقطع من الخشب المتحجر ، مما يكونون قد أحضروه من احدى الرحلات التى قاموا بها فى أثناء عطلتهم . وكثيرا ماتثير عمليات التنقيب أو الحفر التى تعرض التربة وطبقات الصخور ، مناقشات حول عمر الأرض ، وتكوين التربة ، وتغيرات سطح الأرض . وصور الانسان القديم كثيرا ماتدفع بالأطفال الى التساؤل عن النباتات والحيوانات القديمة . فلدى الأطفال من الأسباب دائما مايثير شغفهم الكبير حول عالم الأمس .

وبرغم أن دراسة الحفريات لا تتيح فرصا وفيرة لاجراء التجارب على المواد كما تتيحها دراسة الصوت أو الكهربا مثلا ؛ فهنالك مناسبات عديدة لتوكيد أهمية مراعاة الدقة فى حل المشكلات . فمن ذلك مثلا دراسة المشكلات الآتية : كيف يعرف العلماء أن الأرض قد تغيرت ؟ كيف يعرفون أن الطقس قد تغير ؟ وكيف يعرفون كيف تكونت المحيطات ؟ وكيف يمكن أن يترك النبات أو الحيوان طابعا فى الصخر الصلب ؟

وهنالك أيضا مناسبات عديدة لبيان أهمية استخدام الاتجاه العلمى . فلماذا ينبغى أن يستخدم رجال العلوم كلمات أو عبارات **مثل :**

« يبدو أن » ٠٠ و « يعتقد كثير من الناس » ٠٠ و « يلوح أن الشواهد تدل على أن » ٠٠ و « قد يكون » ٠٠ و « تكاد تجمع الآراء » ٠٠ ، وذلك كلما تحدثوا عن عمر الأرض • فهنالك فرص عديدة تبدو فيها أهمية التريث فى الوصول الى الأحكام ، والبحث عن الأدلة الموثوق بصحتها ، وعدم القفز الى النتائج وغير ذلك من مقومات الاتجاه العلمى التى تناولناها فى الجزء الأول •

وهنالك فرص وفيرة لقيام الأطفال بالقراءة الدقيقة وعمل التقارير عندما يحاولون أن يجيبوا عن أسئلة مثل : «كيف تغيرت الحياة على الأرض؟» و « ماذا نستطيع أن نتعلمه من دراسة الحيـاة القديمة على الأرض ؟ » •

وقد صممت أنواع النشاط المقترحة فى هذا الفصل ، لا لكى تحول الأفكار العلمية الى وقائع فحسب ، ولكن لكى تساعد على النمو فى اتجاه أهدافنا الشاملة لتدريس العلوم •

وكثير من المادة المقدمة هنا يعد أكثر صلاحية للدراسة فى الصفوف الأخيرة من المدرسة الابتدائية • فالمفاهيم الخاصة بالزمن وبالتغيرات البطيئة فى الأرض والكائنات الحية أكثر مناسبة لكبار التلاميذ •

والمشكلات الكبرى التى يطلق عليها أحيانا «مشكلات الوحدة» ، والتى تعد هذه المادة أساسا لها يمكن صياغتها كما يلى :

كيف نشأت الكائنات الحيـة على الأرض ؟

أو

ماتاريخ الكائنات الحية ؟

أو

– اذا كان يحسن تجزئة هذه المشكلة الى مشكلات أصغر من مشكلات الوحدة :

كيف كان شكل الحيوانات القديمة ؟

كيف كان شكل النباتات القديمة ؟

كيف تغير سطح الأرض ؟

ماشكل الديناصور ؟

وبخلاف كثير من الفصول التالية ، فان هذا الفصل الخاص بالحيوانات والنباتات القديمة لا ينسجم بسهولة مع برنامج المدرسة الابتدائية • فليس من السهل على تلاميذ المدرسة الابتدائية فهم فكرة تتابع الزمن وفكرة التغير البطىء • ومع ذلك فاليك بعض المقترحات التى جربت فى الصفوف الأولى :

النظر الى صور الديناصور ، وذكر كيف تختلف هذه الحيوانات عن الحيوانات التى يعرفونها •

تفحص الحفريات لمعرفة مايمكن اكتشافه بملاحظتها ملاحظة دقيقة ، ولمس الحفريات لادراك أنها صلبة كالحجر •

زيارة أحد المتاحف لمشاهدة الأنواع المختلفة من الحفريات ، والتساؤل عنها ، والتحدث عنها ورسم صور لها •

ملاحظة الحيوانات المائية لملاحظة كيف تتحرك ، وكيف تحصل على الغذاء وكيف تحمى أنفسها •

وليس استخدام هذه المقترحات بطبيعة الحال مقصورا على تلاميذ المدرسة الابتدائية ، ولكن من الممكن استخدامها فى أى مستوى •

القيام برحلة

من المفيد فى بعض البيئات القيام برحلة للبحث عن الحفريات • ومن الأماكن التى تصلح زيارتها لتحقيق هذا الغرض ، أحد المحاجر القريبة أو الحفر التى يستخرج منها الحصى أو شاطىء المحيط • واذا لم تكن متأكدا من نتائج الرحلة ، فيمكنك أن تتحدث فى ذلك الى أحد مدرسى

العلوم فى المدرسة الثانوية القريبة منك • فاذا قمت بهذه الرحلة ، واهتديت الى شخص يعرف شيئا عن المكان ، فسله أن يصحبك والتلاميذ لكى يساعدك فى الاجابة عن الأسئلة • ودع التلاميذ يخططوا للرحلة بكتابة الأسئلة التى يظنون أنهم يستطيعون الحصول على اجاباتها ، وبيان الأشياء التى يظنون أنهم سوف يجدونها • وللحصول على مقترحات أخرى عن الرحلات ، يمكنك أن ترجع الى الفصل الثالث • واذا لم يكن من المستحسن أن يقوم جميع التلاميذ بالرحلة ، فقد يحب أن يقوم بها بعض التلاميذ الذين يبدون شغفا بهذه الأمور ، ثم يتحدثون بعد ذلك عما شاهدوه الى زملائهم • ولكى تكون الغرضية فى الرحلة أكثر وضوحا ، فمن الممكن أن يحاول التلاميذ الاجابة عن الأسئلة الآتية :

مالتغيرات التى تظنها قد طرأت على هذا المكان عبر العصور ؟

ماهو سبب هذه التغيرات ؟

ماالآثار التى تظن أنها طرأت على حياة الحيوانات والنباتات نتيجة لهذه التغيرات ؟

مالتغيرات التى تظنها تحدث لهذا المكان فى الوقت الحاضر ؟

زيارة متحف

اذا كان هنالك متحف محلى فحاول أن تضع خطة لزيارته لمشاهدة مجموعة الحفريات ولكى توجه الى أمين المتحف ماسبق أن وجهه اليك من الأسئلة • وسوف يبدى التلاميذ رغبة فى مشاهدة الحفريات التى استخرجت من بيئتهم أو من محافظتهم ، فى معرفة كيف اكتشفت هذه الحفريات • كما سوف يرغبون فى معرفة ماتدل عليه هذه الحفريات بالنسبة للظروف المناخية فى منطقتهم • ويمكنك أن تسأل عما اذا كان هنالك أية مطبوعات عن الحفريات والدراسات الجيولوجية الخاصة بمحافظتك • واذا كان التلاميذ قد جمعوا حفريات فمن الممكن أن يأخذوها معهم الى المتحف لفحصها • ومن الممكن أن يخبر الأخصائى بالمتحف التلاميذ عن الطريقة التى يستخدمها للتحقق من الحفريات • وقد يوجد بالمتحف أو بالمكتبة المحلية سجل يضم قصاصات الصحف التى تتحدث عن مكتشفات الحفريات فى البيئة المحلية أو الولاية • فاذا أمكن استعارتها لفترة وجيزة ، فمن الممكن أن تكون هذه القصاصات أساسا لتقرير خاص يعده فريق صغير من التلاميذ الذين يبدون اهتماما بهذا الأمر • ويجب أن تتذكر أن مثل هذه المادة المستعارة ينبغى أن ترد فورا وفى حالة جيدة اذا كانت هذه الأشياء يجب أن تبقى متوافرة أمام تلاميذك • ويجب أن يساعد التلاميذ فى تحمل مسئولية ذلك • وفى كثير من الأحيان يبدى أمين المتحف استعدادا لأن يهدى الى المدرسة بعض الحفريات الشائعة أو المتكررة فى مجموعته وقد تكون هذه الحفريات نواة لعمل مجموعة من الحفريات •

إعداد تقرير

قد يرغب تلميذ أو مجموعة من التلاميذ أن يعدوا « تقريرا خاصا » عن الحيوانات الموجودة فى منطقة من المناطق أو غير ذلك من الموضوعات الطريفة الأخرى • فاذا أحسن اعداد هذه التقارير فانها تهيىء المجال لخبرات تعليمية ممتازة • وللوصول الى المادة اللازمة ينبغى أن يستعين التلاميذ بأمين المكتبة المدرسية ، أو بأمين مكتبة الأطفال فى البيئة • كما يجب أن يتعرفوا دوائر المعارف والكتب وغيرها من مصادر المعرفة المطبوعة • وقبل أن يبدأ هؤلاء التلاميذ فى جمع المادة يمكن أن يسألوا زملاءهم فى الفصل الأسئلة التى يحبون معرفة الاجابة عنها• وسوف تستخدم هذه الأسئلة بعد ذلك مرشدا يساعد فى عمل التقرير وتنظيمه •

وسوف يحتاج التلاميذ الى مساعدة لكى يعرفوا كيف يعرضون هذا التقرير بطريقة شائقة دون قراءته • ويجب ألا تلجأوا أبدا الى نقل فقرات طويلة من المادة لقراءتها على التلاميذ فى الفصل • ويجب أن يشجعوا على عرض ماقد يجدونه من الصور •

وقد تكون قراءة التقرير – سواء أقام باعداده فرد أم جماعة صغير – خبرة بالغة القيمة بالنسبة للأطفال ، كما أنها قد تكون عملية مملة سقيمة • لذلك ينبغى أن يعطى التلاميذ ، كلما أمكن ، أشياء محددة يصغون اليها • وهذا يتفق مع الهدف الذى ذكرناه من قبل حول تكوين أشخاص يجيدون الاصغاء • وكلما تقدم التلاميذ من صف لآخر بالمدرسة الابتدائية ، فانه ينبغى أن تنمو قدرتهم على اكتشاف المادة وتنظيمها وعرضها ، ولن يتحقق ذلك الا اذا قصدنا الى تحقيقه وساعدنا التلاميذ على ذلك •

ومن الموضوعات الطريفة التى يمكن أن يتناولها البحث ، الغابات المتحجرة ، وحيوانات الماموث ، ودراسات الحفريات والزواحف ذوات المنقار ، وآكل النمل ذو الشوك ، وغيرها من الموضوعات الطريفة التى يمكن أن يقوم الأفراد أو الجماعات ببحثها ودراستها • وتعد دراسة تطور الحصان والفيل من الموضوعات الجيدة أيضا • وتحتوى جميع دوائر المعارف المعتادة الخاصة بالأطفال على مادة سهلة القراءة حول اعداد التقارير •

عمل قالب أو طابع

يستطيع التلاميذ أن يفهموا كيف تتكون الحفريات بصورة أفضل ، اذا قاموا بعمل قالب لحفرية أو لاحدى الأصداف • ضع طبقة من أى نوع من الطمى فى قاع صندوق من الكرتون ، ثم ضع احدى الأصداف فوق الطمى واضغط فوقها لكى تترك طابعا عميقا • ثم ارفع الصدفة بحذر لكى تترك طابعا واضحا • اصنع عجينة سميكة من المصيص وصبها فى طابع الصدفة • ولكى تمنع المصيص من التجمد بسرعة حتى يسهل استخدامه ، أضف اليه قليلا من الملح أو الخل • وعندما تجمد العجينة سوف تحصل على قالب للصدفة •

وليس من الضرورى أن يسهم كل تلميذ فى هذا العمل • فبعض التلاميذ يحبون القيام بهذا العمل • ومن المهم هنا أن يفهم التلاميذ من هذه التجربة كيف تكون قالب الحفرية عندما عمل الحيوان أو النبات قالبا لنفسه، ثم تحلل ، ثم امتلأ الفراغ الذى تركه بعد ذلك بمادة تجمدت فيما بعد كما تجمدت عجينة المصيص • وقد يحب التلاميذ أن يقوموا بعمل قالب يمثل أثر قدم كلب أليف أو قطة •

أما عمل الطابع فأسهل صنعا من ذلك • وسوف يساعد التلاميذ على معرفة كيف تكونت الحفريات • اصنع عجينة سميكة من المصيص • ثم غط بعض الأصداف بطبقة رقيقة من الفازلين لكيلا تلتصق بالمصيص • أسقط الأصداف فى المصيص وغطها بالعجينة • ثم دعها تتجمد ، ثم افتح العجينة تجد طوابع الأصداف • ويمكنك استخدام علب الكرتون لحفظ العجينة • ومن المهم أن يوازن التلاميذ بين هذه الطريقة فى عمل الطوابع وبين مايحدث فى الطبيعة ، والا فان هذه الأنواع من النشاط قد تكون مجرد عبث وليس لها قيمة تعليمية •

مشاهدة طبقات الأرض

يستطيع التلاميذ أن يفهموا بطريقة سهلة أن الطبقة الخارجية الصلبة من الأرض تتكون عادة من طبقات ، اذا استطاعوا أن يروا هذه الطبقات فعلا • ومن الممكن أن يطلب الى التلاميذ أن يصفوا كيف تختلف طبقات الصخور والتربة التى تشاهد فى أحد القطاعات التى باحدى الطرق التى شقت

فى منطقة صخرية ، وأن يعرفوا أى الطبقات يظنونها أقدمها ، وعلى أى أساس يظنون ذلك • وبالاضافة الى مشاهدة هذه الطبقات ، فانهم يستطيعون أن يجدوا فى كتب الجغرافيا ، وفى المجلة الجغرافية القومية ، وفى غير ذلك من الصور ماسوف يساعدهم على فهم طبيعة الأرض التى تحت أقدامهم • فاذا لم تكن مدرستهم موجودة حيث يمكن مشاهدة مثل هذه الطبقات ، فقد يتذكرون أنهم شاهدوا بعض الطبقات الصخرية فى الجبال عند سفرهم • ويوضح هذا المثال كيف يمكن ربط خبرات الأطفال السابقة بمشكلتهم الحاضرة لكى يزداد فهمهم للعلوم •

الملاحظة والمناقشة

دع التلاميذ يلاحظوا أحد النباتات التى تنمو تحت الماء ، (فى حوض تربية الأحياء المائية مثلا) وأحد النباتات التى تنمو فى التربة ، (نبات الجيرانيوم مثلا) لكى يصلوا الى اجابات لهذه الأسئلة : « ماذا تظن أن النبات الأرضى يحتاج اليه مما لا يحتاج اليه النبات المائى ؟ » « ماذا تظن أن النبات المائى يحتاج الى تغييره لكى يستطيع أن يعيش على الأرض ؟ » « هل تظن أن هذا النبات المائى يستطيع أن يتغير بحيث يصير قادرا على المعيشة على الأرض ؟ » خذ قطعة من النبات المائى خارج الماء ثم عرضها للهواء فترة من الزمن • وبملاحظة مايحدث ومناقشته ، سوف يدرك التلاميذ بمزيد من الوضوح أن النباتات الأرضية تحتاج الى بعض الوسائل للحصول على الماء من التربة ، والاحتفاظ بوضعها القائم ، والمحافظة على الماء الذى بداخلها من الهرب • فهذا النبات المائى سرعان مايجف عند تعرضه للهواء ، وليس من الممكن أبدا بطبيعة الحال ، أن يهيىء نفسه للمعيشة على الأرض • وفى وقت ما من تاريخ الكائنات الحية الأرضية ، لم يكن هنالك الا النباتات المائية • ومنها نشأت النباتات الأرضية . وقد تم هذا التغير فى زمن بالغ الطول •

ومن الممكن أن يلاحظ الأطفال أيضا احدى الأسماك الذهبية أو غيرها ملاحظة دقيقة لكى يعرفوا أقصى مايستطيعون معرفته عن طريقة حركتها داخل الماء وطريقة تنفسها وطريقة حصولها على الغذاء وملاءمة جسمها للحياة المائية • وبعد الملاحظة الدقيقة يستطيعون أن يناقشوا المشكلات الآتية :

ماذا تحتاج اليه السمكة من التغيرات لكى تتمكن من المعيشة على الأرض ؟

ماالتغيرات التى تظن أنها طرأت على الحيوانات المائية خلال العصور حتى استحالت الى حيوانات أرضية ؟

كيف تختلف هذه السمكة عن الأسماك القديمة التى درستها ، وفيم تشبه هذه السمكة الأسماك القديمة ؟

النظر من خلال المجهر

اذا كان أحد مدرسى الأحياء قريبا منك ، فسله أن يضع تحت المجهر بعض رواسب المستنقع التى يمكنك الحصول عليها من الحوض المائى الذى لديك ، أو قليلا من الماء الراكد المستحضر من احدى البرك ، ودع التلاميذ يشاهدوه تحت المجهر • ويحسن اذا أمكن — أن يقوم التلاميذ أنفسهم باحضار الماء الراكد وملاحظته عند وضعه تحت المجهر • وليس من الضرورى أن يعرف التلاميذ أسماء النباتات التى يشاهدونها ، ولكن نظرة اليها من خلال المجهر قد تكون بالغة الفائدة ؛ فمن مثل هذه النباتات البسيطة قد تكونت مملكتنا النباتية • وربما يلاحظ فى هذا الماء بعض الحيوانات الدقيقة أيضا. وهى أمثلة لأنواع الحياة التى ظهرت منها الأنواع المعقدة • وان خبرة كهذه تعطى التلاميذ معنى أوضح لنشأة الحياة على الأرض • وليس من الضرورى شراء مجهر مركب غالى الثمن لاستخدامه فى المدرسة الابتدائية • فمن الممكن استعارته



مدرسات يتعلمن طريقة صنع نماذج حيوانات ماقبل التاريخ . انهن سوف يعرفن كيف يساعدن التلاميذ فى عمل معرض يوضح الحياة فى العصور القديمة .

ـ كما اقترحنا من قبل ـ كما أن من الممكن شراء مجهر رخيص نسبيا .

تربية بيض الضفادع ويرقات البعوض

اذا جاء وقت الربيع وسمع نقيق الضفادع فى المستنقعات ، فمن المحتمل أن تجد بيض الضفادع فيها . ان مشاهدة هذا البيض عندما يفقس وملاحظة « أبى ذنيبة » وهو يتكون ، سوف تساعد التلاميذ على ادراك كيف تتغير الحيوانات فى أثناء نموها . ومن الممكن أن يؤدى هذا الى فهم كيف تغيرت الحيوانات عند انتقالها من البيئة المائية الى البيئة الأرضية . وبيض الضفادع يوضع فى صورة عناقيد أو حبال . فخذ بعضا من هذه العناقيد أو الحبال فى دلو من ماء المستنقع، وضع البيض فى اناء زجاجى به بعض من ماء المستنقع حتى تسهل مشاهدته . لا تضع أكثر من عشر الى عشرين بيضة لكل جالون من الماء . واستخدم عدسات مكبرة لمشاهدة البيض بصورة أوضح . ويستطيع التلاميذ أن يشاهدوا البيض عند فقسه ويلاحظوا الحيوانات فى أثناء تغيرها . ويتغذى « أبو ذنيبة » الصغير بالنباتات الصغيرة التى بالماء . وقد يحب التلاميذ أن يحتفظوا بتسجيل رسمى (بالأشكال) يوضح كيف يتغير هذا الحيوان . وقد يقومون برسم أشكال لهذه الحيوانات الصغيرة كما تبدو فى التواريخ المختلفة ويكتبون جملا توضح مايطرأ عليها من التغيرات (انظر الفصل ١١ أ) وبيض الضفادع من المراجع المفيدة التى تساعدك على تربية « أبى ذنيبة » .

واذا كان بالقرب منك أحد المستنقعات الراكدة ، فمن الممكن أن تجد فيه يرقات البعوض. ضع بعضا منها فى مخبار ممتلىء تقريبا بالماء . واحتفظ بالمخبار مغطى بقطعة من الزجاج أو بشبكة معدنية دقيقة . استخدم عدسة مكبرة لملاحظة اليرقات عند تغيرها ، ان الخبرة التى تؤدى اليها مشاهدة هذا التطور ، ورؤية البعوضة اليافعة ، وهى تخرج فوق سطح الماء ، كل ذلك يساعد التلاميذ على فهم بعض ماينطوى عليه انتقال الحيوان من الحياة المائية الى الحياة الأرضية .

حاول أن تعرف هل بعض الطحالب ونباتات ذيل الحصان تنمو فى الأماكن المجاورة ، وتستطيع أن تتعرف عليها بالاستعانة بالصور التى فى دليل زراعة النباتات كما قد يساعدك مدرس الأحياء فى المدرسة الثانوية على استحضار بعضها وتقديم عينات من النباتات المحفوظة لكى يفحصها

التلاميذ . ان مشاهدة هذه العينات من النباتات التى تعيش فى الوقت الحاضر ، ومشاهدة صور بعض النباتات القديمة ، سوف تساعد التلاميذ على ادراك كيف تطورت النباتات خلال العصور . وينبغى ألا تقطع هذه النباتات الطحلبية فوق منطقة الجذر كما يحدث فى كثير من الأماكن التى تباع فيها هذه النباتات لاستخدامها للزينة فى أعياد الميلاد . وهنا تسنح الفرصة لتعليم التلاميذ شيئا عن المحافظة على النباتات بمساعدتهم على ملاحظة كيف تنمو هذه النباتات وماذا يحدث لها اذا جمعت باهمال .

عمل النماذج

يعتبر حيوان الديناصور من أنسب الحيوانات لعمل نماذج لها . ويظهر أن التلاميذ يحبون أن يعملوا نموذجا له من الطين أو من عجينة ورق الصحف . واذا كنا نريد أن تكون هذه النماذج ناجحة من الوجهة العلمية ، فان انتاجها يتطلب دراسة مستفيضة وملاحظة دقيقة وينبغى أن نتذكر هذا ، حتى على مستوى المدرسة الابتدائية ، وذلك برغم أنه ليس من الممكن دائما أن يصل التلاميذ الى درجة الدقة التى يرغبون فى الوصول اليها . وينبغى أن تكون النماذج دقيقة بقدر المستطاع من حيث تفاصيل التركيب ومن حيث النسب . فاذا كان يراد وضع هذه النماذج فى البيئة الطبيعية التى وجدت بها ، فلابد من الرجوع الى الكتب والصور لضمان الدقة المطلوبة. وهذا موقف من المواقف الطيبة التى يبدو فيها التعاون واضحا بين العلوم والفنون . فالنماذج تعد نشاطا فنيا طيبا ، وهى فى نفس الوقت تروى قصة علمية . وفى عمل مثل هذه النماذج يستطيع التلاميذ الذين يتوافر لديهم الميل الخاص أن يتعلموا العلوم ، ويتعلموا كيف يعبرون عن معلوماتهم ، وأن يقوموا بكثير من التخطيط والتعاون لحل المشكلات . والدراسة التفصيلية تجعل الفكرة الخاصة بهذه الحيوانات القديمة حقيقية الى حد بعيد .

تقدير الحجم

ان أبعاد بعض الحيوانات القديمة تبدو غير معقولة أو غير مفهومة بالنسبة للأطفال ؛ فكثير من الأطفال ليس لديهم فكرة واضحة كل الوضوح عن مدى ارتفاع ثلاثين قدما مثلا . ومن الطريف والمفيد أيضا قياس بعض هذه الأبعاد ، ثم محاولة معرفة هل يستطيع الحيوان أن يدخل الفصل مثلا، أو أن يرى الأشياء من فوق سقف المدرسة ، أو أن يتمدد على طول الطرقة التى أمام الفصل ، أو تتسع له حجرة ناظر المدرسة .

الاستعداد لتقديم عرض

قد يظهر التلاميذ استمتاعا برسم صور كبيرة للطيور القديمة والبرمائيات والثدييات والنباتات وتنظيم عرض لهذه الصور على هيئة سيرك . فقد نظم تلاميذ أحد الصفوف السادسة عرضا من هذا النوع وسموه «عجائب الأسلاف» . وقد اشتمل هذا العرض على رسوم لمجموعة كبيرة من أطراف الكائنات الحية القديمة وأغربها ، كما أعدوا كلمات مناسبة تتضمن أشياء غريبة مذهلة عن بعض الحيوانات القديمة وقد اختاروا الطائر القديم (الآركيوبتركس) ، والتريلوبايت ، وشجرة الكنجو ، والفيل القديم ، وعددا آخر من الحيوانات . وقد تم العرض بصورة جماعية . ويستطيع التلاميذ أن يفعلوا ذلك بصور متعددة .

ومن الضرورى أن نتذكر أن هناك أغراضا أخرى يمكن أن يهدف اليها هذا النشاط بالاضافة الى مايعد عادة دراسة للعلوم . فمن الواجب أن يساعد هذا النشاط التلاميذ على معرفة طريقة الوصول الى المادة المطلوبة وتنظيمها ، ووضع

الحطة لحسن المشاهدة وكثير من الأشياء الأخرى • كما يتعلم التلاميذ أن يذكروا مصدر معلوماتهم ، وأن يراعوا الدقة فى تقرير الحقائق بحيث لا يأخذون من الحقائق الا مايعتمد على أدلة سليمة، وأن يشيروا الى الأشياء التى لا تزال فى حيز النظريات أو فى نطاق الخيال •

تنظيم المعلومات

اننا نهتم بمساعدة التلاميذ على تنظيم ماتعلموه على هيئة مفاهيم واضحة المعنى • ونريدهم أن يدركوا العلاقات ، وأن يضعوا بعض الأشياء التى تعلموها فى دراسة تغيرات الكائنات الحية معا لتتكون منها قصة متصلة • ومن الممكن أن يبتكروا بأنفسهم وسائل متعددة لتحقيق ذلك.

وفيما يلى موجز لأحد أنواع النشاط التى قام بها تلاميذ الصف الخامس فى احدى المدارس • لقد وجدوا صورا لدودة الأرض ، ولحيوان وحيد الخلية ، ولضفدعة ، ولسمكة ، ولأم الخلول ، وطائر ، ونبات سرخس ، ونبات فطرى ، ونبات الجيرانيوم ، وبعض النباتات المائية ، وحيوان ثديى • وعمل فريق من التلاميذ معا على تنظيم هذه الصور تبعا للترتيب الذى ظهرت به الحيوانات والنباتات على سطح الأرض • ووصفوا كيف أن هذه الحيوانات قد تكيفت لتعيش فى بيئاتها وما قد يحدث لها اذا تغيرت هذه البيئات. وقام فريق آخر بعمل مجموعة من الصور للحيوانات التى اختفت كلية من فوق سطح الأرض (التريلوبيتس والطيور القديمة ••• الخ). ووصفوا البيئة التى عاشت فيها هذه الحيوانات وحاولوا أن يبينوا لماذا اندثرت •

وكما ذكرنا من قبل فان هذه المادة ترمى الى مساعدة الأطفال على ادراك أهمية مراعاة الدقة فى استخلاص النتائج • ولتوكيد هذه الفكرة ، أقترح على تلاميذك أن يعملوا قائمة بالصفات والعبارات الموجودة فى قراءاتهم وأن يبينوا لماذا تعتبر هذه الكلمات أو العبارات على درجة من الأهمية • كما يمكن أن يقوم التلاميذ أيضا بعمل قائمة من « صمامات الأمن فى التفكير » التى استخدمها رجال العلوم فى استخلاص النتائج عند دراستهم لتاريخ الأرض • فمن أمثلة ذلك : « ان ملاحظة واحدة ليست كافية للوصول الى نتيجة » ، و « نعتقد أن هذا حق ولكننا نحتاج الى مزيد من الأدلة قبل أن نصل الى درجة التأكد » والقائمة التى يعملها التلاميذ يمكن أن تعلق أمامهم ، كما يجب أن نحثهم دائما على استخدام مثل هذه الاحتياطات عندما يعملون فى ميدان العلوم أو غيره من الميادين • وكما قلنا من قبل ينبغى أن تصير هذه الاتجاهات جزءا من تفكير كل طفل • ولابد له أن يقابلها ويمارسها مرات ومرات قبل أن تبدأ عملها •

مصادر لدراستها (١)

١ ـ المتحف المحلى ، أو متحف المحافظة ، أو متحف الكلية أو الجامعة ، للبحث عن الحفريات التى جمعت حديثا ومشاهدة مجموعات الصخور • فى بعض الأحيان تعير بعض هذه المؤسسات مجموعات للمدارس .

٢ ـ الصحف والمجلات للبحث عن الصور وبعض مقتطفات عن اكتشافات حديثة للحفريات •

٣ ـ مكان يتقاطع فيه الطريق مع أحد التلال

---

(١) ستجد هنا وفى كل من الفصول التالية قائمة بالأشخاص والأماكن والأشياء والمصادر الخاصة التى تساعد فى تدريس المادة التى يتضمنها الفصل وفى تكوين الاتجاهات والتذوق • اما عدد ما يصلح منها لبيئة معينة ، فيتوقف بطبيعة الحال على الظروف المحلية • وقد ثبتت فائدتها جميعافى كثير من المواقف •

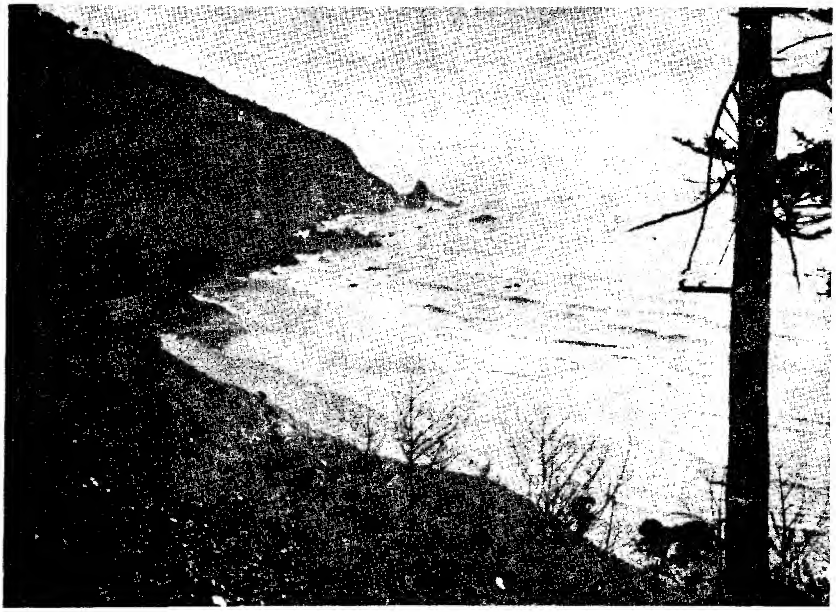
لملاحظة طبقات التربة والتكوينات الصخرية المختلفة ٠

٤ ـ أخصائى الجيولوجيا بالمحافظة ومالديه من المطبوعات وماقد يكون بالجمعيات الجيولوجية المحلية من المطبوعات لدراسة التكوينات الأرضية المحلية والصخور والحفريات والرواسب المعدنية ٠

٥ ـ أحد الأفراد فى البيئة المحلية ممن لديهم هواية جمع الصخور أو الحفريات ٠

٦ ـ قسم العلوم باحدى المدارس الثانوية للحصول على معلومات عن منابع الثروة المحلية ٠

٧ ـ حفر الحصى ، والشواطىء ، وغيرها من الأماكن التى غالبا مايوجد بها أنواع مختلفة من الحفريات ٠



الفصل السابع - أ

الأرض وسطحها

فى العشرين من شهر فبراير عام ١٩٤٣ ذهب فلاح من باريكوتين بالمكسيك ، الى حقله لكى يقوم بحرثه واعداده لزراعة القمح ، فلاحظ لشدة عجبه أن حفرة صغيرة فى الأرض كان قد ألفها من قبل ، قد انفتحت وتحولت الى مايشبه الفوهة • وفى الساعة الرابعة سمع الرجل صوت رعد ، ورأى الأشجار القريبة تهتز • وفى الحفرة المألوفة انبعجت الأرض ثم ارتفعت بمقدار ست أقدام أو سبع • ثم بدأ يتصاعد من أحد شقوقها رماد دقيق كالهشيم • وتصاعد الدخان وله أزيز مرتفع مستمر ، وكانت تنبعث هنالك رائحة الكبريت • لقد كر هذا الفلاح عائدا الى قريته مهرولا •

وأخيرا اندفعت من الفوهة فى الهواء حجارة ساخنة الى درجة الاحمرار ، وهشيم ، وشوهد الشرر فى الهواء • ولم يأت منتصف الليل حتى كانت صخور حامية تندفع عاليا فى السماء من تلك الفتحة المزمجرة التى بالأرض •

ولقد كان ذلك مولد بركان فى أحد حقول القمح المكسيكية فى العصر الذى نعيش فيه • وليس لدينا فى جميع التاريخ الانسانى المكتوب تسجيلات لمولد أكثر من عشرة براكين، أما مالدينا من المعلومات عن جميع البراكين السابقة فضئيل• لقد أمدت قرية باريكوتين العلماء بحالة لدراستها على أساس الخبرة المباشرة • فمنذ اليوم الثالث لمولده سجل الملاحظون المهرة وتحت أيديهم كثير من الآلات ، جميع الأحداث ذات الأهمية فى مولد ذلك البركان وتطوره •

نعم لقد نما البركان وتطور ؛ ففى الواحد والعشرين من فبراير ، وهو اليوم التالى من حياته ، ازداد ارتفاعه من ثلاثين قدما الى ١٥٠ قدما • وبدأت اللافا أو الصخور المنصهرة تخرج منه لتمتد ببطء فوق حقل القمح بسرعة يبلغ متوسطها ١٥ قدما فى الساعة •

وبعد سبعة أسابيع من مولده ، كان هذا الطفل المدلل العنيف قد بلغت قامته ٥٠٠ قدم • وغطى الهشيم الثقيل المتصاعد من البركان جوانب المكان الى مسافة أميال ، وتساقط كالمطر فوق

الحقول حتى أتلف قرية باريكوتين • وعندما بلغ من العمر سبعة شهور ، كانت باريكوتين قد صارت جبلا يبلغ ارتفاعه ١٥٠٠ قدم ، ويبلغ قطره نحو ميل • وفى عام ١٩٥٢ عندما بلغ من العمر تسع سنين كان البركان قد هدأ نسبيا •

ان باريكوتين يذكرنا دائما بأن الأرض وسطحها يتغيران اليوم ، وأن هذه التغيرات تعد جزءا من العملية التى بدأت فى الماضى وسوف تستمر فى المستقبل •

مركز الأرض

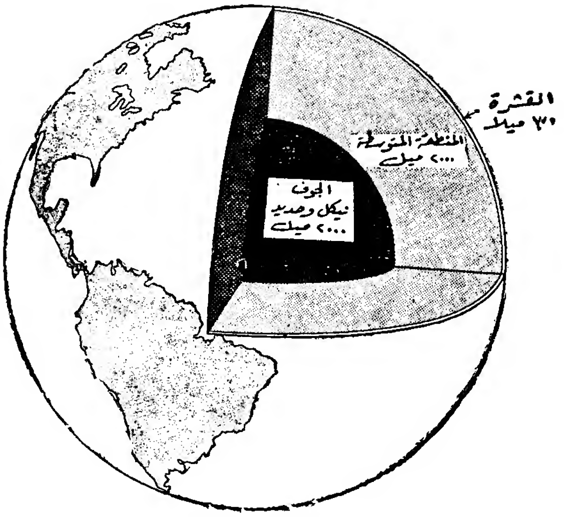
ان القيام برحلة الى مركز الأرض ، لا يمكن أن يكون أمرا عمليا مهما أبدع فى وصفها القصصيون • ويرجع ذلك الى أسباب متعددة • فمن ذلك ارتفاع درجات الحرارة كلما انخفضنا أو اتجهنا نحو مركز الأرض • فعلى عمق لا يزيد عن ميلين تصل الحرارة الى حد يكفى لكى يجعل الدم يغلى •

والواقع أن الانسان لم ير الا قليلا جدا من باطن الأرض • فحتى أعمق مناجم البترول ليست الا كوخز الدبابيس على سطح الأرض ؛ فهى لا تصل الى أكثر من أربعة أميال فى كرة يبلغ بعد مركزها عن السطح أربعة آلاف من الأميال • ولذلك فان علينا أن نعتمد على أدلة غير مباشرة ، مثل تدفق البراكين وما تسجله آلات رصد الزلازل •

ولقد كشفت الدراسات التى قام بها العلماء عن أن الأرض تتكون من مجموعة من القشور المتمركزة (ذات المركز الواحد) التى يتكون كل منها من مواد مختلفة • أما الطبقة الخارجية ، فهى القشرة ، وهى منطقة باردة صلبة نسبية يبلغ عمقها ثلاثين ميلا • والشىء الذى نعرفه جيدا من هذه القشرة هو الطبقة المفككة التى تحتوى على التربة والرمال والزلط والكتل الصخرية المختلفة • ونحن نعرف أن هذه المواد المفككة التى تكون مايشبه العباءة التى تغلف الأرض ليست الا أديم الأرض • فاذا حفرنا لمسافة أقدام قليله أو على الأكثر بضع مئات من الأقدام ، فاننا نصطدم بطبقات صلبة من الصخر • وفى المناطق الجبليه تقع كثير من هذه الطبقات الصخرية معرضه أمام أعيننا • وفى مناطق أخرى كما فى السهول تكون هذه الطبقات الصخرية مغطاة بالتربة تغطيه تكاد تكون كاملة • وفى هذه المناطق لا تتعرض الطبقات الصخريه وتنكشف للنظر الا اذا قطعتها بعض الأنهار أو أعمال الحفر التى يقوم بها الانسان ، أو كما يحدث عندما توجد كتله منعزله من الصخر الصلب لم تستو بعد مع باقى الأرض او تنفصل عما حولها • وفى مثل هذه الحاله تعرف الطبقة الصخرية بالبروز أو النتوء •

وعلى ذلك فان طبقة التربة وغيرها من الطبقات المفككة ، تكون طبقة غير متصلة يختلف عمقها من الصفر الى بضع مئات من الأقدام ، أما الطبقة الصخرية فتكون غلافا متصلا يقع تحت القارات ويمتد تحت قيعان المحيطات •

وقبل الهبوط الى جوف الأرض ، دعنا نقضى لحظات قليلة نتفحص فيها وجه الأرض • اننا اذا نظرنا الى كوكب الأرض ، من القمر ، فسوف نعجب اذ نجد أن معظمها مغطى بالماء • فالمحيط الهادى وحده يغطى نحو نصف الكرة ، وجميع البحار معا تغطى نحو ٧٠٪ من سطح الأرض • وليست قيعان المحيطات بالأرض السهلة ، فقد دلت الدراسات على أن هذه القيعان بها تضاريس كتلك التى نشاهدها فى القارات • وتوجد أعظم أعماق المحيطات ، والتى تتراوح بين ٢٥٠٠٠ ، ٣٥٠٠٠ قدم فى عدد من الأماكن الضيقة تسمى الأعماق ، ويقع معظمها بالقرب من بعض القارات. وعلى سبيل المقارنة ، فقد دلت التقديرات الحديثة لارتفاع قمة جبل افرست ، وهى أعلى قمة فى أوروبا ، على أنها تصل الى ارتفاع ٢٩٠٠٠ قدم فوق سطح البحر •



باطن الأرض ، تبعا لمعلوماتنا الحديثة .

وهذه القمم العالية وتلك الأعماق السحيقة الموجودة على سطح الأرض ، والتى قد تبدو للانسان عظيمة ، ليست الا شيئا تافها بالنسبة لحجم الأرض . ولو أننا مثلنا هذه المرتفعات والمنخفضات على نموذج الكرة الأرضية الذى نشاهده داخل الفصل ، لكانت طفيفة لا تكاد تدركها العين بسهولة .

وتكون القارات والمحيطات وما تحتها من الطبقات الصخرية ما نسميه بالقشرة الأرضية التى تمتد – كما ذكرنا من قبل – ثلاثين ميلا الى أسفل . وتحت هذه القشرة الخارجية تقع منطقة متوسطة يبلغ سمكها ٢٠٠٠ ميل . وهى تتكون من صخور تبلغ من الحرارة درجة تجعل ألوانها تختلف من الحمرة الى البياض من شدة توهجها . وقد كان يظن فى وقت من الأوقات أن هذه الطبقة كانت فى حالة سائلة . أما العقيدة السائدة فى الوقت الحاضر فهى أن هذه الطبقة تتكون من عجينة أو كتلة متماسكة من المواد ، الا فى مساحات صغيرة أو جيوب من الصخور السائلة التى تسمى «الماجما» ، وهى تعد مصدرا للبراكين التى تنفجر أحيانا فى القشرة التى فوقها .

ومن المعتقد أن صخور المنطقة المتوسطة أكبر كثافة من الصخور القشرية ، ولكنها أخف من المواد التى فى المنطقة المركزية من الأرض . وهذه المنطقة المركزية تكون كرة يبلغ نصف قطرها ٢٠٠٠ ميل ، أى انها فى حجم كوكب المريخ . ويعتقد أنها تتكون من حديد منصهر ساخن كالذى ينصب من أحد الأفران العالية ومن النيكل أيضا .

وعلى ذلك فاننا فى هذه الرحلة التى قطعنا فيها مسافة ٤٠٠٠ ميل الى مركز الأرض ، نجد أن طبقة القشرة بما فيها من تربة وصخور قاعدية تستغرق ثلاثين ميلا ، وأن الطبقة المتوسطة من الصخور اللدنة الساخنة تستغرق ٢٠٠٠ ميل وأن الطبقة المركزية من المعادن المنصهرة تستغرق نحو ٢٠٠٠ ميل .

أنواع الصخور

ان الأنواع العديدة التى تعرضها الطبيعة من الصخور ، تثير دهشتنا ، وتثير فى نفس الوقت حيرتنا . ففى أحد الأماكن نرى الصخور منظمة فى صورة طبقات تكون فى بعض الأحيان مستقيمة وفى بعضها الآخر مقوسة . وفى أماكن أخرى نرى كتلا من صخور غير طبقية تكون الرءوس . واذا فحصنا جيدا هذه الصخور المختلفة فاننا نشاهد فيها اختلافات شاسعة فى اللون والتركيب والصلابة والوزن والبريق وغيرها من الخواص .

وتحسن المدن استغلال هذه الثروة الطبيعية من الصخور فى عمل أفاريز الشوارع ، وفى المبانى ، وفى صنع التماثيل . وتجد فى بعض المبانى ذات الحجم المتوسط أن الاردواز أو الجرانيت قد يستخدمان فى عمل السلم والأعتاب. وأن الرخام والجرانيت أو حجر الجير قد تستخدم فى عمل اطار لمدخل المبنى ، ومن المعروف أن الاردواز يستخدم فى عمل السبورات ، والفحم الحجرى ، وهو صخر قابل للاحتراق ، قد يستخدم فى الأفران .

ويمكننا أن ننظم هذه المجموعة المحيرة من الصخور اذا قسمناها تبعا لمنشئها . فبعض الصخور قد تكونت نتيجة لبرودة بعض الصخور الحارة المنصهرة التى تقع تحت القشرة الأرضية وتجمدها . وتعرف هذه الصخور بالصخور النارية . ومن أمثلتها البازلت وهو من الصخور التى كثيرا ماتشاهد فى الحمم التى تفيض من البراكين . وبعض الصخور تتكون نتيجة لتماسك بعض المواد مثل الرمل والطفل والطين والحصى . وهذه هى الصخور الرسوبية ومن أمثلتها ، الحجر الرملى الذى يتكون من تماسك الحبيبات الرملية .

وبعض الصخور يتكون نتيجة للتغيرات التى تطرأ على صخور موجودة فعلا وتحولها الى أنواع جديدة . وهذه هى الصخور المتحولة . ومن أمثلتها الرخام الذى يرجع فى أصله الى الحجر الجيرى .

وعلى ذلك فانه يمكن تقسيم الصخور الى نارية رسوبية ومتحولة تبعا لطريقة تكوينها . وسوف نحاول أن ندرس كلا من هذه الأقسام بعناية أكثر فيما يلى :

الصخور النارية : ان ملايين الأطنان من الصخور المنصهرة التى تدفقت من بركان باريكوتين تعطينا صورة عن الطريقة التى تنشأ بها الصخور النارية .

فهنالك جيوب من الصخور الحارة الساخنة ، التى تعرف بالحمم (الماجما) وتوجد على أعماق كبيرة داخل الأرض وتشق طريقها الى السطح خلال بعض التشققات التى بالقشرة الأرضية . وعندما تصل الحمم الى سطح الأرض فانها تعرف بالحمم المنصهرة . وتلك هى الطريقة التى تتكون بها صخور مثل الاوبزيديان والحجر الخفاف والبازلت .

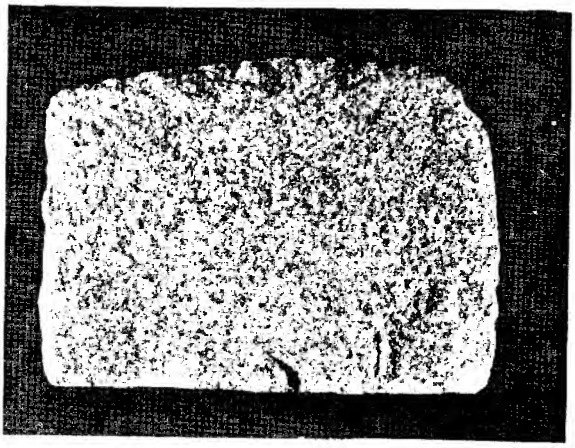
أما الأوبزيديان obsidian والذى يسمى أحيانا الزجاج البركانى فينشأ عن البرودة السريعة للحمم السطحية . وهو صخر زجاجى أسود ينفذ الضوء اذا كان فى طبقات رقيقة رقة كافية .

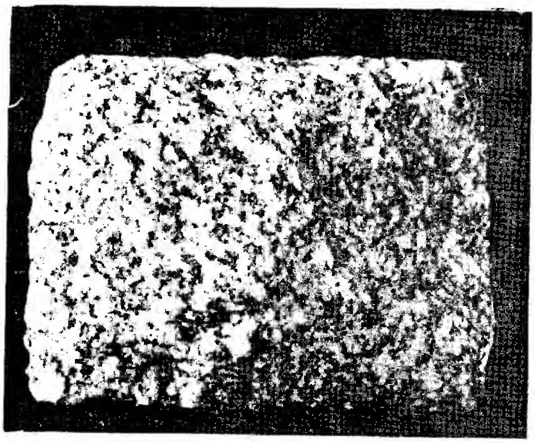
وأما الحجر الخفاف pumice فهو ملىء بالثقوب التى تكونت نتيجة لهروب الغازات فى الوقت الذى تكون فيه ، حتى انه يبلغ من الخفة درجة تجعله يطفو على سطح الماء .

والبازلت هو الصخر القاتم الثقيل الذى يوجد بكثرة فى سيول الحمم كتلك التى تكون هضبة كولومبيا فى الشمال الغربى فى الولايات المتحدة . فتلك الهضبة بما تشتمل عليه من ال ١٥٠٠٠٠ ميل مربع من الحمم المتصلبة التى يبلغ سمكها فى بعض الأحيان نحو ميل ، تعتبر احدى التكوينات البركانية العظمى التى على سطح الأرض .

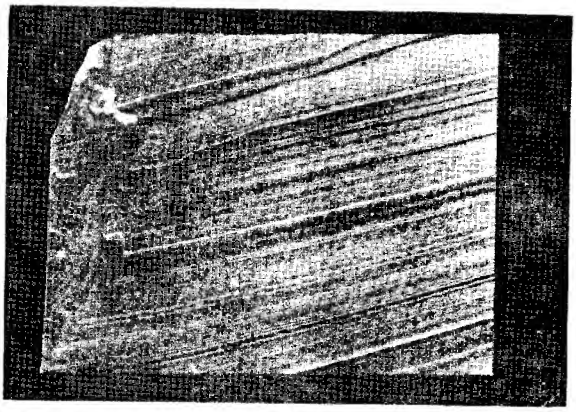
وفى بعض الأحيان لا تصل الحمم السائلة الى سطح القشرة الأرضية فى أثناء تحركها الى أعلى . بل تشق طريقها ، بدلا من ذلك ، فى وسط كتل الصخور أو فيما بينها . وهنا تتصلب الحمم وتكون صخورا مثل الجرانيت الذى يعتبر أكثر الصخور النارية التى تقع تحت القارات شيوعا فى القشرة الأرضية . وبرغم أن الجرانيت يتكون تحت القشرة ، فانه كثيرا مايوجد معرضا فى بعض المناطق لأن الصخور التى تعلوه تكون قد تعرت تدريجيا . والجرانيت أحد أحجار البناء الشائعة فى كثير من أنحاء العالم . أما فى أمريكا فانه يستخدم أكثر مايستخدم فى صنع التماثيل .

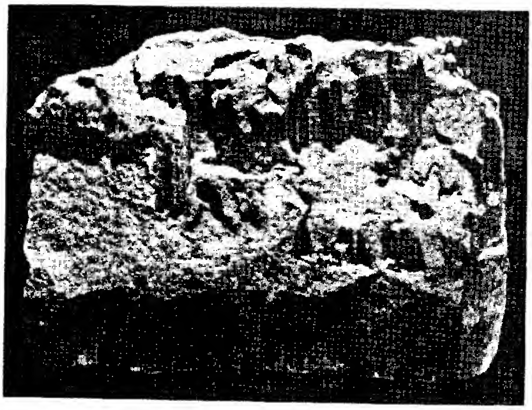
ومن السهل معرفة الجرانيت بسبب مظهره المبرقش . ويظهر الفحص الدقيق أن هذا المظهر يرجع الى الأنواع المختلفة من المواد التى تدخل فى تركيبه . ومن بين هذه المواد ، الكوارتز ، وهو مادة شبه زجاجية ، والفلسبار ، الذى قد يكون أحمر أو أبيض أو رماديا أو أخضر . والمايكا ، وهى معدن وضاء كثيرا ماتوجد أيضا فى الجرانيت .



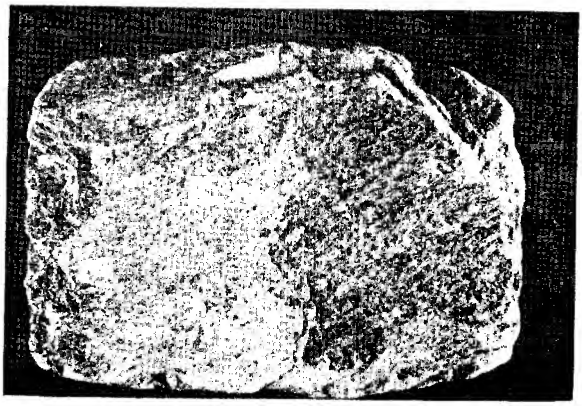


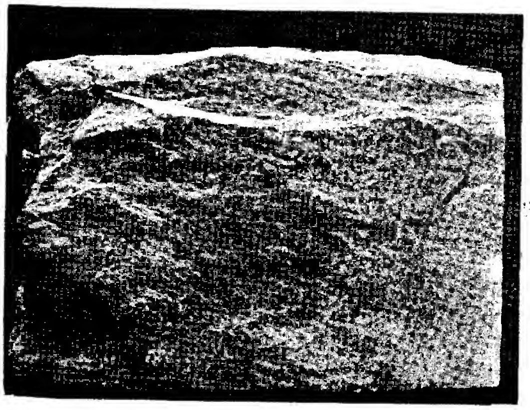
الديوريت — الصخور النارية — الجرانيت





حجر رملي — الصخور الرسوبية — حجر جيري





شيست — صخور متحولة — اردواز أسود

بعض أنواع الصخور الشائعة .

ويمكن مشاهدة كتل من صخر الجرانيت فى جبـــــال روكى بأمـريكا وفى الأديروندا كس Adirondacks وفى التلال السوداء فى داكوتا الجنوبية ، والجبال البيض فى نيوهامبشير •

الصخور الرسوبية : للصـخور الرسوبية أهمية خاصة لأن طريقة تكوينها تسمح لها بحفظ البقايا النباتية والحيوانيـة ، فى نوع من التتابع الزمنى كمـا ذكرنا فى الفصل الســـادس « أ » وتتكون هذه الصخور تحت الماء حيث تترسب مواد مثـل الرمل والطفل والطين والحصى أو الزلط • وهذه المواد التى تعرف بالرواسب تأتى الى المياه الضحلة فى البحيرات أو المحيطات بوساطة المجارى المائية أو الأنهار التى تصب فيها • كما تعد الريح وجبال الثلج المتحركة من بين عوامل النقل أيضا.

وتتكون صـخور رسوبية أخرى من البقايا النباتية والحيوانية كالقواقع والسرخسيات ويشتق بعضها الآخر منها من المعادن مثل الملح الصخرى أو الجبس التى كانت ذائبة فى الماء فى وقت من الأوقات • ويؤدى الضغط الناشىء عن تجمع المواد الى ضـغط الطبقات السـفلى من الرواسب ببطء وجعلها تتماسك معا وتتصلب مكونة الصخر • وفى هذه العملية قد تساعد بعض المواد اللاصقة الطبيعية مثل الجير أو الكوارتز ــ الموجـودة فى مياه المحيط أو البحيرة ، على تماسك الرواسب الغليظة مثـل الرمـل أو الحصى • ويتوقف نوع الصـــخر الناتج على نوع المواد المترسبة • وعلى ذلك فان الرمال المتماسكة تتحول الى حجر رملى ، والطين المتماسك يتحول الى طفـل ، والحصى الى كنجلوميريت ، والطين والجير تنتج المارل وهـــو نوع من الطين الخزفى الغنى بكربونات الكلسيوم، والقواقع البحرية تدخل فى تكوين الحجر الجيرى ، والنبـاتات تعطى المواد اللازمـة لتـكوين الفحم الحجرى •

والصخور الرسوبية كثيرة الشيوع ، وكثير منها تسهل معرفته • فالحجر الرملى يتكون بطبيعة الحال من حبيبات من الرمل • وفى بعض الأحيان تكون هذه الحبيبات ضعيفة التماسك بحيث اذا حكت قطعتان من الصخر انفرطت حبيبات الرمل• والطفل عنـدما يبل يعطى رائحـة كرائحة الطين الذى اشتق فعلا منه •

وكتل الصخور الرسوبية لها مظهر طبقى مخطط ، ويرجع ذلك فيما يرجع اليه الى الأنواع المختلفة من المواد التى تترسب بعضها فوق بعض حيث يتكون الصخر •

الصخور المتحولة : يوجد الفحم الرخو فى بعض الجهات ، والفحم الصلب فى جهات أخرى من نفس المنطقة مع أن كلا من النوعين قد تكون فى نفس العصر الجيولوجى . فلماذا اذن يختلف هذان النوعان أحـدهما عن الآخر ؟ تكشف دراســة طبقـات الفحم عن أن الطبقـات التى يتكون منها الفحم الصلب تكون منبعجة على صـورة طبقات متماسكة ، وتكون الطبقات التى يوجد بها الفحم الرخو أفقية تقريبـــا • ونستنتج من ذلك ومن شواهد عديدة أخرى فى بقاع أخرى ، أن الضغط المرتفع والحرارة العاليـــة الناجمين عن سـحق الطبقات وانثنائها قد حولا الفحم الرخو ، الذى يعد صخرا رسوبيا ، الى الفحم الصلب الذى يعد من الصخور المتحولة •

ولا يتميز الفحم الصلب عن الرخو بصلابته فحسب ، فهو أيضا أكثر منـــه بريقا ، كما أنه ينفصل الى قطع غير منتظمة ناعمة السطح بدلا من انكساره الى كتل عديدة الأضلع ، كما أن به نسبة أعلى من الكربون ، وقد اكتشف من مـدة طويلة أنه يحترق بصعوبة أكثر •

والتغيرات التى ينطوى عليها تحول الفحم البيتومى الرخو الى فحم انثراسـيت صـلب تعد مثالا لظاهرة التحول • ونستطيع أن نقول بوجه عام : أنه اذا تعرضت طبقات صخرية الى ضغط بالغ الارتفاع أو حرارة بالغة الشدة أو كليهما ،

فانها قد تتغير فى خواصها الكيموية والطبيعية وتتحول الى صخور متحولة ٠

وقد يكون الضـــغط ناشـئا من حركات كبرى فى القشرة الأرضية تؤدى الى تجعد الصخور وانثنائها ٠

أما الحرارة فقد تكون ناشئة عن احتـكاك الطبقات المتحركة ، أو قد ترجع الى قرب الصخور من الحمم الحارة ٠

وفيما يلى قائمة ببعض الصـخور المتحولة والصخور التى اشتقت منها :

الصخر المتحول	مشـتق من
فحم الانثراسيت	الفحم البتيومى
النيس	الجرانيت
الرخـام	الحجر الجيرى
الكوارتزيت	الحجر الرملى
الشيست	الطفـل
الاردواز	الطفـل

عمر الصخور

تدل الشواهد التى جمعها العلماء على أن الأرض قديمة جـدا ٠ وســوف نحاول أن نرى كيف يحدد العلماء أعمار صخورها ٠

والطريقتان اللتان سوف نتناولهما هنــا بالوصف ، بينهما عامل مشترك. ولفهم ذلك يمكنك أن تتصور حصالة نقود.يضع فيها طفل ــ بصورة منتظمة ــ خمسة قروش كل يوم جمعة ٠ وعندما تمتلىء الحصالة تفتح ، ويوجد فيها مائة قطعة من ذوات الخمسة القروش ٠ ونسـتطيع بقليل من الحساب أن نصل الى أن ادخار هـــذا المبـلغ قد استغرق نحو سنتين ٠

والصخور الراسبة تمثل نوعا من الحصالات التى توضع فيها الرمال والطين والحصى بدلا من النقود ٠ فبدراســـة الرواسب التى تتجمع فى بعض الأماكن على سطح الأرض .يقدر الجيولوجيون أن تكوين طبقة من الصخور الرسوبية التى سمكها قدم واحدة يستغرق فترة تتراوح بين أربعة آلاف وعشرة آلاف من السنين ٠ فاذا حاولنا تطبيق هذا المعدل التقريبى على جزء يسير فقط من الحائط الذى يكون الأخدود العظيم المسمى جراند كانيون فى الولايات المتحدة حيث نقـوم بدراســة طبقة من الحجر الجيرى يبــلغ ســمكها ١٥٠٠ قدم ، فان الحساب يدل على أن تكوين هذه الطبقة قد استغرق فترة تتراوح بين ســتة ملايين و ١٥ مليونا من السنين ٠

وعنـــدما نجمع المعلومات عن الصـــخور الرســـوبية فى الأنحـــاء المختلفة من الأرض ، ونضيفها بعضها الى بعض ، فاننا نحصل على أدلة ، لا على عمر الكتل الصخرية فحسب ، بل عمر الأرض ذاتها ٠

أما الطريقة الثانية فتنطوى على نوع فريد من الادخار ، حيث تبـدأ الحصـالة مليئة بالقطع ذوات الخمسة القروش التى تحل محلها تدريجيا قطع من ذوات القرشين ٠

وهـــذه الطريقة قائمة على أساس التحطم الطبيعى لعنصر اليورانيوم (قطع ذوات الخمسة القروش) الى نوع خاص من الرصـــاص (قطع ذوات القرشين) ٠

واليورانيوم واسع الانتشار فى الصخور . وذراته من النوع المشع ، الذى يتحول من نفسه وبدون مساعدة الانسان الى رصاص . وبمرور الزمن ، تنخفض كمية اليورانيوم فى الصخور وتزداد كمية الرصاص بها . ونعلم حقيقتين عن اليورانيوم الموجود بالصخور تمكناننا من استخدامه كساعة زمنية :

١ - يدل القياس على أنه فى كل سنة تعطى الأوقية الواحدة من اليورانيوم كمية من الرصاص وزنها $\frac{1}{7٫600٫000٫000}$ من الأوقية .

٢ - يتغير اليورانيوم الى رصاص بمعدل ثابت تحت جميع الظروف من الحرارة والضغط والمواد الكيموية المحيطة به .

ومعظم هذا اليورانيوم المشع موجود بالصخور النارية . ونحن نستنتج أنه كان متضمنا فيها فى الوقت الذى تصلبت فيه . ومنذ هذه اللحظة بدأت الساعة المشعة تدق ، وبدأ اليورانيوم ينحل الى رصاص بالمعدل الذى ذكرناه .

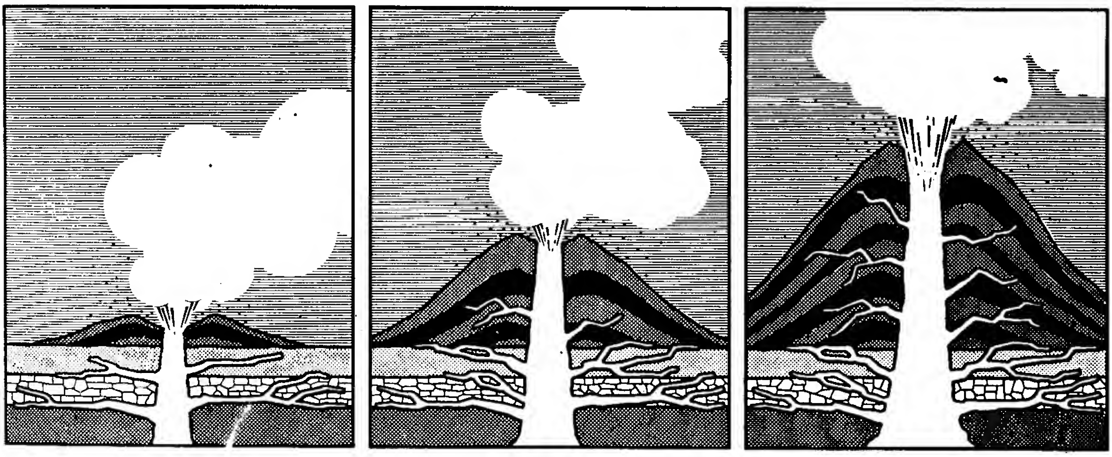
وقد هيأت لنا هذه الطريقة مقياسا دقيقا لعمر الصخور ، وهو مقياس أدق من أى مقياس آخر نعرفه حتى الآن . ويرجع أقدم الصخور التى قدر عمرها بهذه الطريقة فى الولايات المتحدة الى نحو بليونين من السنين .

وتدل دراسة الصخور الرسوبية واستخدام الساعة المشعة على أن عمر الأرض يتراوح بين أربعة بلايين وخمسة بلايين من السنين .

الجبال

لقد كان الانسان يعتقد فى وقت من الأوقات أن الجبال والسهول والهضاب وغيرها من تضاريس الأرض الكبرى قد وجدت منذ الأزل . ولكن علم الجيولوجيا قد كشف لنا عن أن هنالك عمليتين تعملان على تغيير سطح الأرض بصورة مستمرة : القوى التى تؤدى الى البناء ، والقوى التى تؤدى الى الهدم .

والقوى البنائية كما يعرفها الجيولوجيون هى تلك التى تعمل على ارتفاع الكتل الأرضية لكى تؤدى الى عمل تكوينات مثل الجبال . وتصور لنا الزلازل والبراكين عمل هذه القوى البنائية .



تندفع الصخور الحارة السائلة تحت تأثير الضغط من باطن الأرض الى سطحها وتبنى تدريجيا جبلا بركانيا .

أما قــوى الهــدم فهى تلك التى تؤدى الى انخفاض الجبال والتلال • ومن بينها ماتقــوم به الميــاه الجارية وجبال الثلج من العمل على خفض الأماكن المرتفعة من الأرض •

وعمليتا البناء والهدم لا تزالان تعملان فى الوقت الحاضر • وسوف نحاول آن نرى أولا كيف بنيت جبال الأرض •

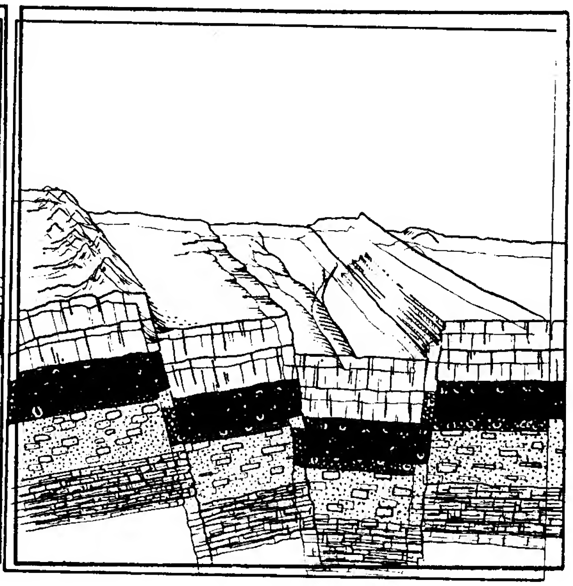
أنواع الجبال

لقــد رأينا فى مستهل هــذا الفصل منشأ أحد الجبال فى وقتنا الحاضر نتيجة ثوران بركانى. فجبل باريكوتين يعد أحــد الجبال البركانية ذات القمــة الواحـــدة • ويعد جبــل بوبو كاتيبتل Mount Popocatepetl وهو بالمكسيك أيضا ، وجبل اتنا بايطاليا من هذا النوع أيضا •

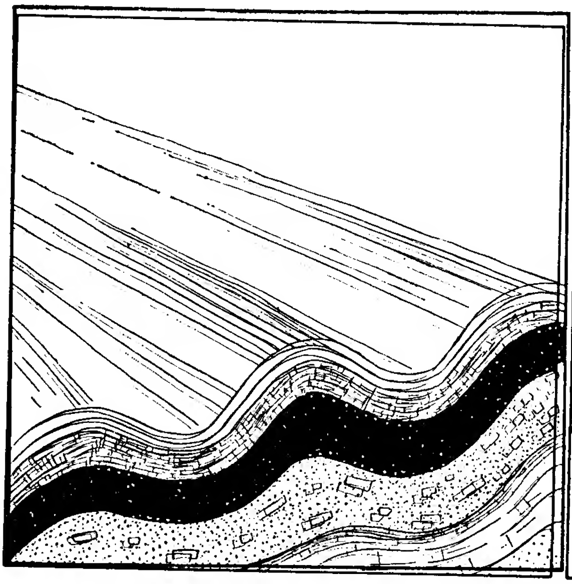
وبعض الجبــال البركانية تكون على هيئــة سلاسل ، ويحتمل أن يكون ذلك راجعا الى أنها قد انفجرت فى عدد من المناطق الضــعيفة التى تكون خطا فى القشرة الأرضية • كما هى الحال فى جزر هاواى وفى جزر آلوتيان •

وقد يدفع النشـــاط البركانى الماجما بقوة تحت طبقات موجودة فعلا من الصــخور كما رأينا فى دراستنا للصخور النارية • وهذا قد يدفع بالصــخور العلوية الى أعلى بقــدر يكفى لتكوين جبــال ذات أقبية وهى تكون فى الغالب بيضية الشــكل أو دائرية • وتعد الجبال الســوداء فى داكوتا الجنوبية ، وجبال هنرى ، فى يوتا وجبال أديرونداك فى نيويورك أمثـــلة لتلك الجبـــال ذوات القباء •

والجبــال المنثنية تنشأ بطريقــة مختلفــة ، ومن الممكن فهم تكوينها بسهولة اذا اســتخدمت وســـادة من الورق ودفعت بطرفيهــا المتقابلين احــدهما نحــو الآخــر ، حيث نشـــاهد تكون ســـلسلة من الثنايا التى تتكون من مرتفعــات ومنخفضات ، وبمثل ذلك فان القشرة الأرضية قد



جبال على هيئة كتل



جبال منثنية

الى اليســار ــ عنــدما تتعرض القشرة الأرضية للضغط قد تتثنى الى ارتفاعات شاهقة مكونة الجبال المنثنية • الى اليمين ــ تتكون الجبال التى على هيئة كتل عنــدما ترتفع كتل كبــيرة من القشرة الأرضية •



تعد القمم العالية المتاكلة والوديان الضيقة والمنحدرات الحادة من خواص الجبال الحديثة . وهذه صورة جوية لقمة جبل جراند تيتن فى وايومنج .

تعرضت الى قوى أدت الى تجعدها وتكوين نتوءات طويلة متوازية قد يمتد طولها الى ألف ميل .

فانثناء القشرة الأرضية يقدم لنا تفسيرا ، جزئيا على الأقل ، للطريقة التى تكونت بها بعض السلاسل العظمى من الجبال مثل الألب والأنديز وجبال ابلاشيان وجبال روكى .

ومن الصعب أن نتصور أن شيئا صلبا كالصخر يمكن أن يتجعد أو ينثنى فى صورة أمواج . ولكن الصخور ، بعكس العقيدة الشائعة عنها ، على درجة كبيرة من المرونة . فبمثل ماينثنى قضيب طويل من جسم صلب كالحديد الصلب ، فان القطاعات الطويلة من القشرة الأرضية المتحجرة تنثنى كذلك .

ومع ذلك فقد يحدث أحيانا ، عندما تبلغ القوى الضاغطة الحد الكافى من القوة أن تنكسر القشرة الأرضية . وقد يكون انكسار الصخور مصحوبا بهبوط أو انزلاق على طول خط الانكسار. ويقتضى ذلك أن ترتفع الصخور على أحد جانبى هذا الخط أكثر منها على الجانب الآخر . وهذا الانزلاق الفجائى الذى يصحبه أحيانا ميل فى الصخور المرفوعة يؤدى الى تكوين الجبال المتكتلة Block Mountains ، وأكبر هذه الجبال فى الولايات المتحدة تلك الموجودة فى منطقة سيرانيفادا حيث يبلغ امتدادها فوق ٤٠٠ ميل ، وحيث يتجه الجانب المرتفع من الصخور المنكسرة شرقا لكى يكون آحد جوانب الحوض العظيم .

ان التفسير التقليدى لمنشأ الضغوط المؤدية للانثناءات والانكسارات يؤكد فكرة

انكماش القشرة الأرضية وتجعدها بسبب برودة الأرض • وبرغم أن هذه النظرية لم تستبعد فان البحوث الحديثة تؤكد أهمية عوامل أخرى سوف لا نتناولها هنا ـ تلعب دورا هاما فى نشاط القشرة الأرضية •

تاريخ حياة الجبال

للجبال تاريخ حياتها الخاص بها ، فهى تمر من الشباب الى النضج ، ثم الى الكهولة ، ويمتد عمر الجبال ملايين السنين ، ولكننا نعرف جميع مراحل تطورها بسبب وجود جبال من مختلف الأعمار فى الوقت الحاضر • فجبال لورينتيانز Laurentians مثلا أقدم من جبال ابلاشيان ، وهذه بدورها أقدم من جبال روكى •

وتكون الجبال فى شبابها الأول آخذة فى النمو ، كما يستدل على ذلك بالثورانات البركانية والزلازل والارتفاع البطىء لطبقات الصخور ، أو بجميع هذه الشواهد • والجبال الحديثة تكون عالية وغير مستوية السطح ، وتكون لها قمم حادة ووديان ضيقة ومنحدرات عميقة وتعد جبال الهملايا والانديز وسيرانيفادا والروكى من الجبال الحديثة •

وعندما يقف نمو الجبال فانها تكون قد وصلت الى النضج • وتؤدى عوامل التعرية الى تحطيم الصخور الى أجزاء وحملها الى أماكن بعيدة. وبذلك تصير القمم أكثر انخفاضا والانحدار أقل عنفا والوديان أكثر اتساعا•وتعد جبال أبلاشيان والجبال البيضاء وجبال أديروندداكس والجبال الخضراء فى فرمونت من الجبال « الناضجة » •

وعوامل التعرية المستمرة ، وبخاصة المياه الجارية ، تؤدى بالجبال الى الكهولة • فالتعرية تؤدى فى الواقع الى زوال القمم ، وقد تنتج منطقة منبسطة Peneplane أو القمم المنبسطة ، التى يستدل على أصلها بوجود بعض التلال المستديرة أو بعض الكتل الصخرية القائمة وحدها والتى تكون قد قاومت قوى التدمير وتقع منطقتا مانهاتن وبرونكس فى مدينة نيويورك على أحد هذه المنبسطات •

الزلازل

ان أقرب مانمارسه فى حياتنا الى الزلازل مايحدث عندما تمر احدى العربات الثقيلة فى الشارع ، فتبدأ فى احداث هزة تمر خلال الأرض الى أساس المنزل ، ثم الى الجدران والأسقف ، فتجعل ألواح الزجاج التى بالنوافذ تئز وتجعل أكواب الشاى تهتز • فاذا كبرنا هذه الحركة عدة ملايين المرات فاننا نحصل على زلزال •

وعلماء الأرض ، بما لديهم من نظرة بعيدة متفائلة يعتبرون الزلازل احدى القوى البناءة ، لأنها جزء من العملية التى ترفع التكوينات الصخرية وتبنيها فوق سطح الأرض ، أما بالنسبة للشخص العادى فان الزلازل تعد من الأشياء المخيفة التى تؤدى الى تدمير الحياة والممتلكات فى المناطق التى تحدث فيها • ففى عام ١٩٢٣ أدى أحد الزلازل فى اليابان الى قتل وفقد نحو ١٤٠٫٠٠٠ شخص • وتقدر أكبر خسارة سجلها التاريخ فى الأرواح بسبب الزلازل ، بنحو ٨٣٠٫٠٠٠ شخص • وقد نشأت هذه الخسارة بسبب زلزال حدث فى الصين سنة ١٥٥٦ •

ويحدث ٩٥٪ من جميع الزلازل فى حزامين جغرافيين ؛ يمتد أحدهما على جانبى المحيط الهادى ويقطع الآخر البحر المتوسط كما هو مبين فى الخريطة • ويضم هذان الحزامان أيضا معظم البراكين النشيطة التى بالعالم والجبال الحديثة •

فالواقع أن الزلازل والبراكين وبناء الجبال تتصل جميعا بالاضطرابات الأرضية وبالضغوط العظمى التى تنتاب القشرة الأرضية وما يحدث فيها من التوتر • ولقد رأينا فى دراستنا لتكوين

الجبال ، كيف أن ضغوط القشرة الأرضية قد تؤدى بها الى الانبعاج أو الانكسار • فالحركة المفاجئة للكتل الكبرى من القشرة الأرضية على كل من جانبى الشق هى أهم مايحدث عندما يقع أحد الزلازل •

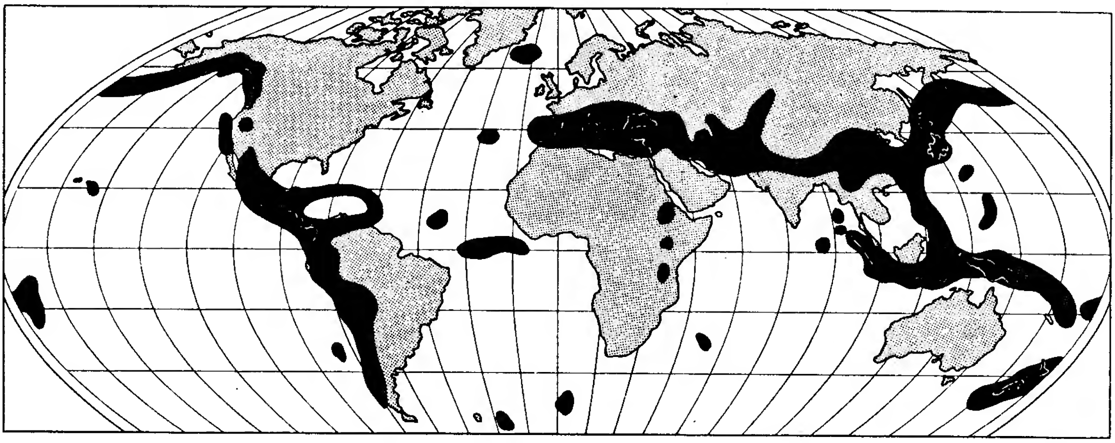
وتحدث الزلازل غالبا على طول خطوط تعرف بخطوط الانكسار ، وهى تمثل جروحا قديمة فى قشرة الأرض ، تسببت عن تشققات سابقة فى الصخور •

وزلزال سان فرانسسكو الذى حدث سنة ١٩٠٦ حدث على طول خط من هذه الخطوط يسمى شق سان اندريا وهو يمتد بضع مئات من الأميال بين شمال كاليفورنيا وجنوبها • وكان هذا الخط معروفا لدى الجيولوجيين قبل حدوث الزلزال بسنوات عديدة • وكانت الضغوط والتوترات تتجمع على كلا جانبيه فى الصخور القريبة • وفى سنة ١٩٠٦ أدى الانكسار الى ازالة هذا التوتر ، فقفزت الصخور كما يقفز زمبرك الفخ الحديدى • وتدل دراسة الخرائط قبل هذا الكسر وبعده على أن الزلزال قد أدى الى حركة أفقية على طول شق سان أندريا • والطرقات والأسوار التى كانت تقطع هذا الشق تباعدت أطرافها بما يقرب من عشرين قدما ، فقد تحركت شمالا على الجانب الغربى من الشق وجنوبا على جانبه الشرقى •

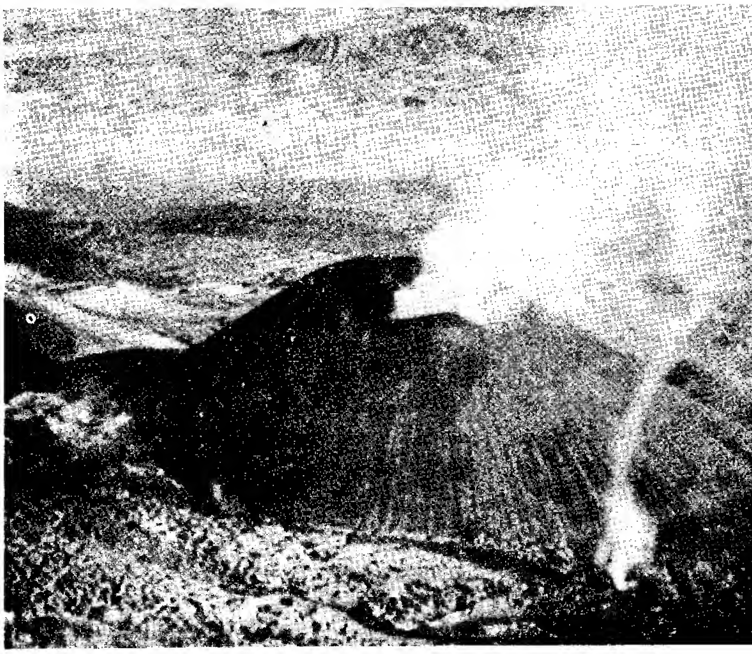
وبعض الزلازل تؤدى الى حركة عمودية فى الصخور ؛ ففى خليج ياكوتات فى آلاسكا ارتفع جزء من شاطىء البحر بما يقرب من ست وأربعين قدما فى أثناء زلزال سنة ١٨٩٩ •

والانطلاق المفاجىء للطاقة فى أثناء قرقعة الصخور وانتقالها يسبب موجات من التدمير العنيف يمكن تسجيلها بآلات رصد الزلازل الدقيقة على بعد آلاف من الأميال • ومن الممكن أن يفسر علماء الزلازل ماتسجله أجهزة الرصد التى تسمى بالسيزموجراف فيعرفون المدة التى استغرقها الزلزال وشدته والمسافة التى تفصل بين محطة الرصد ومركز الزلزال • أما الموضع الحقيقى لمركز الزلزال فيمكن تحديده باستخدام التسجيلات التى تقدمها محطات الأرصاد المختلفة فى مدى ساعات قليلة من وقت وحدوث الزلزال.

ويتكون جهاز السيزموجراف من جزئين أساسيين • أما أحدهما فهو كتلة ثقيلة من المعدن معلقة فى سلك أو زمبرك بحيث تبقى ثابتة ثباتا تاما فى أثناء حدوث الزلازل ، وأما الآخر فهو أسطوانة دائرة مثبتة الى قاعدة مسلحة تتصل بطبقات الصخر التى فى أسفل المكان. وينعكس من مرآة موضوعة على الكتلة المعدنية الثقيلة شعاع ثابت من الضوء ، يسقط على ورق حساس ملفوف حول الأسطوانة التى تدور • وعندما تهتز



الأحزمة الزلزالية الرئيسية فى العالم •



باريكوتين فى عام ١٩٤٣ ، بعد بضعة شهر من مولده فى حقل مكسيكى ٠

الطبقات الصخرية عند حدوث أحد الزلازل ، وتتذبذب تبعا لذلك الأسطوانة . فان شعاع الضوء الذى ينعكس من الثقل الثابت يرسم خطا متعرجا على الورق الحساس ٠ وقد أدت دراسة التسجيلات التى يرسمها هذا الجهاز الى الكشف عن كثير من المعلومات الخاصة بالتركيب الداخلى للأرض ، مما وصفناه من قبل فى هذا الفصل ٠ وعلى ذلك فان الزلازل تقوم بعمل الأشعة السينية ، وتمكننا بمساعدة أجهزة الرصد من رؤية مايحدث داخل الأرض ٠

وتحدث كثير من الزلازل القوية فى القشرة التى تحت المحيط الهادى ٠ وهذه الزلازل قد تسبب موجات تنتقل بسرعة تبلغ نحو ٥٠٠ ميل فى الساعة وترتطم بالمناطق الشاطئية محدثة أمواجا قد يصل ارتفاعها الى ٦٠ قدما ٠ وتسمى هذه الموجات خطأ بموجات المد برغم أنه ليس لها علاقة بالمد ٠ أما الاسم العلمى لهذه الموجات فهو تزونامس tsunamis وهى كلمة ذات أصل يابانى ٠ وفى عام ١٩٤٦ حدث زلزال فى شبه جزيرة آلاسكا فأحدث موجات عظمى انتقلت ألفين من الأميال حتى وصلت الى جزر هاواى فسببت خسارة فادحة ٠

البراكين

لقد سببت البراكين للانسان دائما كثيرا من الرعب ، كما هى الحال فى الزلازل ٠ وأشد ماسجل من الثوران البركانى تدميرا كان فى تامبورو فى الانديز الشرقية حيث قتل ٥٦٫٠٠٠ شخص ٠ وكان ذلك فى عام ١٨١٥ ٠ وحدثت كارثة بركانية حديثة عام ١٩٠٢ عندما قتل ٣٠٫٠٠٠ من سكان سانت بيير وهى عاصمة جزيرة مارتينيك الفرنسية ، لقد ماتوا جميعا فى خلال الثوران البركانى لبركان مونت بيلى ٠ لقد مزق انفجار عنيف فوهة البركان واندفعت من هذه الفوهة سحابة من الغازات السامة والقطع البركانية التى اجتاحت المدينة فقضت على جميع من فيها ، ولم يبق منهم الا شخص واحد كان سجينا ، فى زنزانة سيئة التهوية لدرجة أن الغازات السامة لم تستطع أن تنفذ اليها !

وأعظم انفجار طبيعى فى العصور التاريخية هو ماحدث عندما انفجر البركان الذى يكون مدينة كراكاتو ، وكان ذلك سنة ١٨٨٣ حين تطاير نصف الجزيرة وانهار النصف الآخر فى فجوة سفلية ، وارتفع الرماد ١٧ ميلا ودار حول العالم كله ، فصبغ شروق الشمس الجميل وغروبها فى جميع القارات صبغة استمرت أشهرا عديدة ٠ وسمع صوت الانفجار على بعد ٢٠٠٠ ميل ٠ وأحدثت الهزة أمواجا بحرية عظمى

ارتفعت مسافة تتراوح بين ٥٠ و ٨٠ قدما ، ثم ارتطمت بالشواطىء فأغرقت ٣٥٫٠٠٠ شخص . وحملت احدى السفن الكبرى مسافة ميل ونصف ميل داخل الأرض ، وتركت على حال سيئة هنالك على ارتفاع ٣٠ قدما فوق سطح البحر . وليست جميع البراكين من النوع الانفجارى ، فبعضها هادىء لطيف ، كما أن البراكين تختلف فى أشكالها واحجامها . فبعضها يتخذ شكل « طبق الفنجان » المقلوب ، وبعضها يشبه الجبال ذات الجوانب شديدة الانحدار ، والبعض يرتفع شامخا من قاعدة متسعة الى قمة نحيلة عالية .

وبعض البراكين ينمو بسرعة . فبركان باريكوتين كما رأينا بلغ ارتفاعه ١٥٠٠ قدم فى نهاية سبعة أشهر . وبركان مونت نيوفو . الذى ولد فى سنة ١٥٣٨ على حافة خليج نابولى ، بلغ ارتفاعه ٤٤٠ قدما فى يوم واحد .

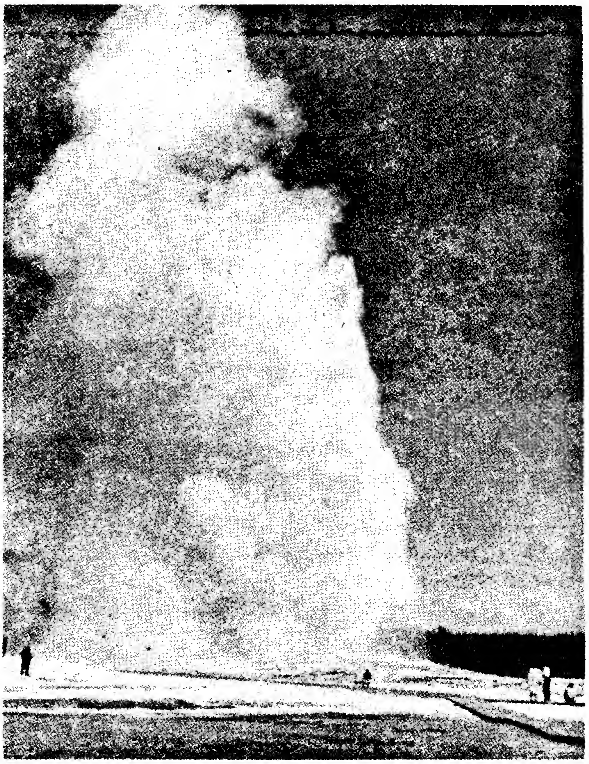
وبعض البراكين يستمر ثائرا مدى قرون من الزمن ، والبعض الآخر يتوقف نشاطه بعد فترة وجيزة . وكثير منها خامد فى الوقت الحاضر، وقد تتحول هذه البراكين الخامدة الى براكين نشيطة ، وقد لا تثور بعد ذلك أبدا . والبركان الوحيد الذى يعد نشيطا فى الولايات المتحدة هو بركان لاسن بيك فى المنتزه الوطنى البركانى فى لاسن بكاليفورنيا . وكان هذا البركان حتى عهد قريب خامدا ، ولكنه فى عام ١٩١٤ انفجر فجأة . وتعد براكين رينير فى واشنجطن وشستا فى كاليفورنيا وهود فى أوريجن ، وجبل سان فرانسسكو فى أريزونا ، من البراكين الخامدة .

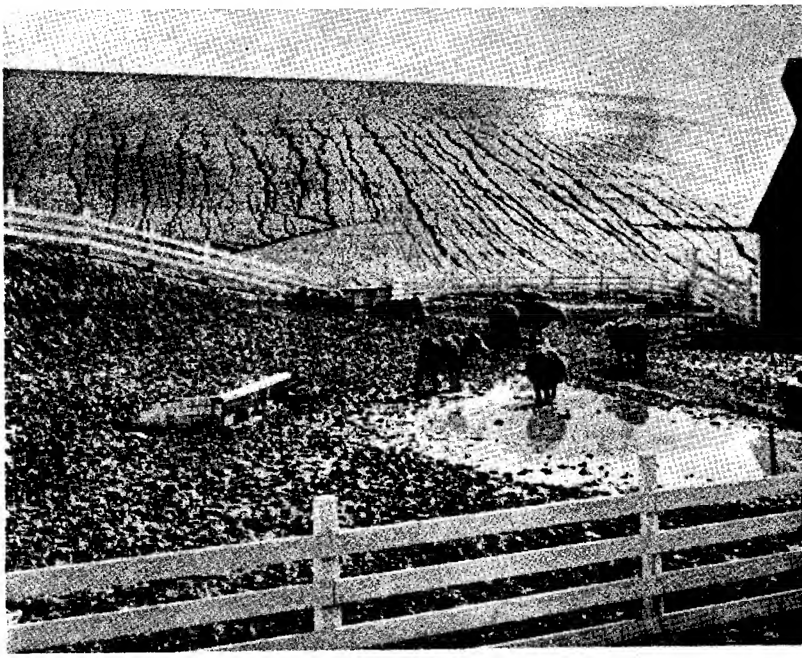
وكما ذكرنا من قبل تعد البراكين دليلا على الاضطرابات الداخلية بالأرض . وهى مركزة فى المناطق من العالم التى توجد بها أحزمة الزلازل والجبال الحديثة .

ويرجع السبب الرئيسى للثوران البركانى الى أن القشرة الأرضية تقع على كتلة من الصخر ذات الحرارة المرتفعة . وفى الظروف المعتادة تكون هذه الصخور الداخلية متجمدة بسبب الضغط الواقع عليها من القشرة . فاذا انخفض الضغط بسبب حدوث انكسار أو انشقاق فى القشرة ، أو اذا حدث ، كما يذهب العلماء حديثا ، أن ارتفعت درجة الحرارة بسبب الحرارة الاشعاعية التى بباطن الأرض ، فان المادة الصلبة تسيل وتتحول الى ماجما . والماجما المتمددة ، وقد أصبحت أخف من الصخور المحيطة بها ، تميل نحو الارتفاع الى أعلى حيثما وجدت الى ذلك سبيلا ، كما حدث منذ عهد قريب فى باريكوتين .

وقد توصلنا حديثا الى بعض الأساليب للتنبؤ بالثوران البركانى وتعد تسجيلات آلات رصد الزلازل من الوسائل المعينة على ذلك ؛ اذ أن النشاط البركانى يكون مصحوبا بالهزات الأرضية . وقبل مولد باريكوتين بعشرين يوما ، كانت تحس فى الأماكن المجاورة هزات أرضية عديدة . وهنالك دلائل أخرى ، مثل حدوث انحدار للأرض حول مناطق البراكين والتغيرات المحلية فى التيارات الكهربية والمغناطيسية الخاصة بالأرض .

العين الحارة المسماة « الوفية العجوز » فى متنزه يلوستون تثور بانتظام . تتمدد المياه الباطنية الحارة وتندفع خلال الصخور من الفوهة الى الهواء .





تسبب فيضان الينبوع الناشئ من هطول الأمطار الحارة على أرض متجمدة فى اكتساح طبقة من التربة السطحية من هذه المزرعة من مزارع القمح فى ولاية واشنجطن .

العيون الحارة والنافورات

لما كانت درجة حرارة الأرض ترتفع بمعدل درجة واحدة فهرنهيت ، كلما تعمقنا داخلها مسافة تتراوح بين ٥٠ و ٧٥ قدما ، فان الماء الذى يخرج من الآبار أو الينابيع العميقة قد يبلغ درجة من الحرارة تكفى لتكوين ينبوع دافىء أو حار . وتظهر الينابيع الحارة أيضا فى المناطق ذات النشاط البركانى الحديث . ففى هذه المناطق يكون الصخر الذى لا يبعد عن السطح غير مسافة قصيرة على درجة من الحرارة تكفى لغليان الماء ، الذى يرتفع بعضه الى السطح مكونا عينا حارة ، تصل درجة حرارتها الى الغليان أو تقترب منه .

والنافورة ينبوع حار له جهاز خاص من الأنابيب التى تجعل الماء والبخار يندفعان منها بقوة فى الهواء . ومن هذا النوع من الينابيع الحارة ينبوع الوفية العجوز « أولدفيثفل » Old Faithful ، وهى احدى العيون الفوارة فى يلوستون بأمريكا وهى مشهورة بارتفاعها وانتظامها ، فهى تدفع فى دقائق قليلة مليون جالون من الماء الى ارتفاع يزيد عن ١٥٠ قدما . ثم تعود فتكرر هذه العملية كل ٦٥ دقيقة .

وتتكون النافورة أساسا من أنبوبة طبيعية تمتد من السطح الى أسفل حتى تصل الى صخر ذى حرارة شديدة الارتفاع . وعندئذ يكون مابها من الماء فى درجة حرارة أعلى من درجة الغليان ، ولكنه لا يغلى لأن وزن عمود الماء الذى فوقه يحدث ضغطا يكفى لمنع غليانه . (والذى يحدث هنا شبيه بما يحدث فى القدور الكاتمة المنزلية التى يسخن الماء فيها فوق درجة غليانه ، وهى درجة ٢١٢ فهرنهيت أو ١٠٠°م دون أن يتحول الى بخار) . ثم يحدث أن يتصاعد من الأنبوبة بعض فقاعات البخار حاملة معها بعض الماء الذى يخرج من القمة . والذين يشاهدون هذه النافورة الحارة يرون هذه الظاهرة ويعرفون أنها نذير بمقدم المشهد العظيم . فخروج ذلك القدر من الماء يعمل على خفض الضغط خفضا يكفى لأن يجعل الماء الذى تفوق درجة حرارته درجة الغليان ، والذى يوجد بأسفل الأنبوبة ، ينفجر على صورة بخار ، دافعا ما أمامه من الماء ومحدثا النافورة الحارة . ثم تبدأ الدورة مرة أخرى من جديد .

تعرية الأرض

لقد رأينا كيف ساعدت القوى التى تعمل من باطن الأرض على تشكيل سطح الأرض وتكوين تضاريسها الكبرى . وسوف نحاول أن نرى الآن فعل الماء والجليد والريح والحرارة والبرودة والمواد



يوضح الخط الثقيل أقصى ماوصل اليه العصر الجليدى الأخير من التقدم جنوبا . وهنالك أدلة على تأثير الثلاجات على سطح الأرض فى الولايات الموضحة بالشكل ، اذ توجد بها رواسب صخرية وبحيرات وخدوش فى الصخور ورواسب بحرية وغير ذلك من الآثار .

الكيموية والكائنات الحية لكى نرى كيف ساعدت هذه العوامل على تعديل تضاريس الأرض وتكوين سطحها .

الماء : ان الأخدود العظيم لنهر كلورادو انما هو من عمل المياه الجارية . فمنذ زمن بعيد كان نهر كلورادو يفيض على أرض ذات منسوب مرتفع فوق طبقات الصخور الرسوبية التى تكونت فى الأحقاب السابقة . وبمضى الزمن حفرت المياه – يساعدها فى ذلك ماتحمله من قطع الصخور – مجارى فى الطبقات الصخرية ازدادت عمقا مع مضى الزمن حتى كونت ذلك الأخدود العظيم الذى نشاهده اليوم .

وعلى ذلك فان مجارى المياه تحفر الوديان عندما تتحرك مياهها فوق منحدرات التلال متجهة نحو المحيط – وتكون الوديان فى بادىء الأمر ضيقة وعلى شكل رقم ٧ . ثم تفيض هذه المجارى الحديثة مندفعة بقوة خلال تلك الوديان ، فتقوم بنحت وتعميق مجاريها فى الطبقات التى تمر فوقها . وكلما تعمق المجرى انهارت الجوانب وازداد مجرى النهر اتساعا . وعندئذ يبطىء سير الماء فيه ويصير أكثر عرضة للانحراف عن مجراه بسبب ماقد يعترضه من الصخور والشواطىء، وبذلك يصير مجراه متعرجا . ويعرف النهر القديم بكثرة تعرجه فى الأرض التى يخترقها .

والمياه الجارية هى أهم وسائل الطبيعة فى تعرية سطح الأرض . فعملها لا يقتصر على القطع والازالة ، ولكنها تنقل ماتفتته هى وغيرها من العوامل الأخرى من مكان الى آخر . وتحمل أنهار الولايات المتحدة نحو بليون طن من المواد الى المحيطات فى كل عام . وهذا يمثل انخفاض كل سطح الأرض بمعدل قدم كل ثمانية آلاف من السنين . والذى يهمنا فى هذا الأمر كل الأهمية هو أن جزءا كبيرا من هذه المواد المنقولة هو الذى يكون الطبقة العليا من التربة التى تعد أساسية بالنسبة لوجودنا . وتلك احدى مشكلات المحافظة على الثروة الطبيعية ، وقد كان الانسان سببا فى ايجاد هذه المشكلات الى حد كبير ، ويمكن بل ينبغى أن يعمل الانسان على حلها (سوف نتناول ذلك بمزيد من التفصيل فى فصل ١٥ أ) .

والمياه الجارية مسئولة الى حد ما على الأقل ، عن كثير من التكوينات الأرضية التى لا يتسع المقام لتناولها هنا مثل النهيرات والأراضى الوعرة والشلالات وسهول الفيضانات والبحيرات ودالات الأنهار وغيرها .

ومياه المحيطات تؤثر هى الأخرى فى سطح الأرض ؛ فأمواج المحيط ترتطم بالشاطىء بقوة قد تصل الى آلاف الأرطال على كل قدم مربعة ، فتحطم الشواطىء الصخرية وتفصل الصخور وتحركها ، وتعرى الطبقات الصخرية التى تمر فوقها بمساعدة الحصى والرمال .

وتستطيع الأمواج المتراطمة أيضا أن تبنى حواجز رملية عند الشواطىء ، كما فى لونج بيتش وجونسن بيتش وجزيرة النار التى عند الشاطىء الجنوبى لجزيرة لونج ايلاند • والتيارات الشاطئية التى تجرى موازية للشاطىء قد تحمل الحصى والرمال لكى تبنى شواطىء جديدة ورءوسا رملية.

الجليد : لقد تركت جبال الجليد الضخمة أو الثلاجات glaciers آثارها فى كثير من مناطق الولايات المتحدة وفى خلال مليون السنة الأخيرة تحركت كتل جليدية كبرى منحدرة من المناطق القطبية وغطت كندا ، وشمال الولايات المتحدة وشمال أوروبا • ولقد تقدمت تلك الكتل وتراجعت مرات عديدة.وكانت آخر مرة تراجعت فيها منذ نحو ٢٥٠٠٠ سنة • وفى وقت من الأوقات كانت جبال الجليد تغطى نحو ٣٠٪ من مساحة الأراضى اليابسة من سطح الأرض ، أما فى الوقت الحاضر فان ماتغطيه هذه الجبال لا يزيد على ١١٪ • ويقع أربعة أخماس هذه الأراضى فى القطب الجنوبى •

والمكان الذى تقوم فيه مدينة نيويورك اليوم كان يقع فى يوم من الأيام تحت كتلة صلبة من الجليد ارتفاعها نصف ميل • ورحلة قصيرة الى منتزه سنترال بارك فى جزيرة مانهاتن بنيويورك تكشف عن كثير من الأدلة على هذا العصر الجليدى • فالأجزاء المعرضة من صخور الواحة التى كونت هذه المدينة بها آثار خدوش وأخاديد ، وهى مصقولة بطريقة بها جميع مميزات الأراضى التى مرت عليها الثلاجات •

ومن السهل أن نجد باستخدام البوصلة أن الخطوط والأخاديد المحفورة فى الطبقات الصخرية تجرى موازية بعضها لبعض من الشمال الغربى الى الجنوب الشرقى تقريبا ، محددة بذلك اتجاه حركة هذه الجبال الثلجية • ويرتفع المنحدر الغربى من كل بروز من هذه الطبقات ارتفاعا تدريجيا نحو الشرق ، ويكشف عن أدلة على عملية الصقل والخدش التى تقوم بها جبال الجليد عند تقدمها • أما المنحدر الشرقى فانه يهبط بصورة فجائية وغير منتظمة لأن صخور هذا الجانب قد تداعت عندما ابتعدت عنها جبال الجليد • وتتناثر فوق الطبقة المكشوفة كتل صخرية مستديرة تتكون من معادن تختلف اختلافا كليا عن الطبقات الصخرية التى تحتها والتى تتكون فى منطقة سنترال بارك من صخر يسمى شست الميكا • ولا شك أن هذه الكتل قد اقتلعت من بعض الصخور من منطقة تبعد بضعة أميال شمال مدينة نيويورك ، بواسطة جبال الجليد ، ثم أسقطت فى أماكنها الحالية عندما انصهر الجليد •

وتعد مدينة نيويورك ولونج أيلاند أقصى الحدود الجنوبية التى وصلت اليها آخر جبال الجليد بالمحيط الأطلسى ، ومما يؤيد ذلك تلك الكتلة من التربة والأحجار التى ترسبت عندما انصهرت أطراف هذا الجبل الجليدى • وتكون هذه الكتلة مايسمى بالرواسب النهائية للثلاجة Terminal moraine ، وهى تمتد نحو ١٤٠ ميلا ابتداء من بروكلين وتخترق لونج ايلاند حتى نهاية طرفها الشرقى •

ونستطيع أن ندرس الثلاجات دراسة مباشرة لأنها موجودة حتى اليوم • وهى تبدأ على هيئة أكوام من الثلج تتماسك تدريجيا نتيجة لتراكم مزيد من الثلج فوقها وبذلك تتحول الى جليد • وتتكون جبال الجليد فى المناطق التى يتجمع فيها الثلج بسرعة تفوق سرعة انصهاره • ويحدث ذلك فى نوعين من الأماكن : بالقرب من قمم الجبال المرتفعة وفى المناطق المتجمدة من الأرض •

وتنشأ جبال الوديان الجليدية فى المناطق الجبلية ، وكلما نمت ملأت الوديان المنحدرة الى أسفل كما يحدث فى حالة الأنهار • ويوجد هذا النوع من الثلاجات فى الجزء الغربى من الولايات المتحدة فى مناطق سييرانيفادا والروكيز وجبال الكاسكاد وتجتذب جبال الجليد فى منتزه الجليد

الوطنى بمونتانا والمنتزه الوطنى مونت رينير فى واشنجطن آلافا من السائحين كل عام .

وتنشأ الثلاجات القارية حول المسطحات الأرضية الشاسعة فى المناطق المتجمدة ، حيث تغطى الأراضى بصفائح من الثلج سمكها آلاف الأقدام . وعندما يبلغ سمك الثلج القدر المناسب ، فانه يتحرك فى جميع الاتجاهات نحو شواطىء البحار . وتكاد جرين لاند وأنتاركتيكا تغطى جميعها بجبال جليد من هذا النوع .

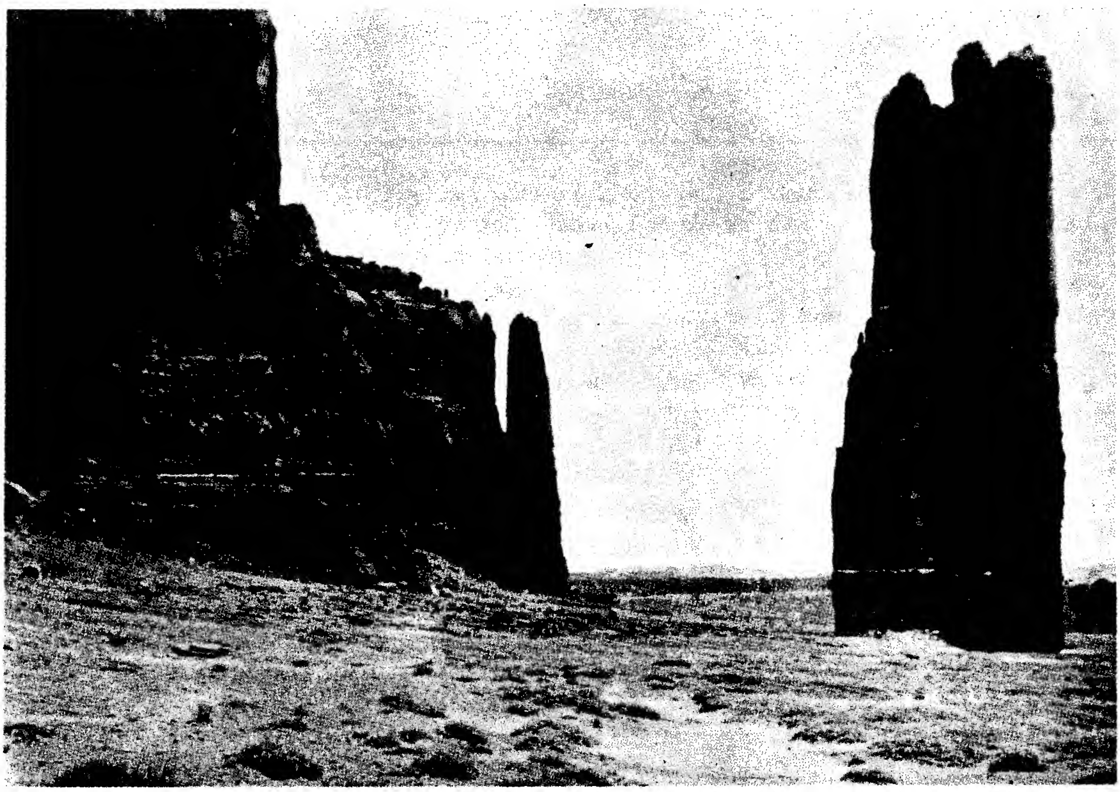
والثلاجات كالأنهار تنحدر على سفوح التلال مبتدئة من حقول الجليد العليا حيث تتكون. وتتحرك جبال الجليد فى الألب بسرعة يتراوح معدلها بين قدم وثلاث أقدام يوميا ، أما تلك الموجودة فى آلاسكا وجرين لاند فتتحرك بمعدل ٤٠ قدما فى اليوم . وتتحرك الكتل الثلجية دائما نحو الأمام ، ولكن أجزاءها الأمامية أو جبهاتها قد تتحرك أو تبقى ثابتة أو تتراجع . فعندما تتقدم الجبهة بسرعة تفوق سرعة انصهار الجليد ، فانها تزحف نحو الأمام . أما اذا كان معدل حركة الجبهة مساويا لسرعة انصهار الجليد فان الجبهة تبقى ثابتة . وفى جرين لاند تزحف جبال الجليد بسرعة أكبر من سرعة انصهارها ، حتى عند مستوى سطح البحر . وفى جرين لاند وغيرها من الأماكن عندما تصل جبال الجليد الى شواطىء البحار ، فانها تنفصل وتتحول الى جبال ثلج عائمة .

والثلاجات بالوديان من العوامل الهامة فى تحريك المواد على سطح الأرض وهى تحفر منخفضات هائلة وتحمل معها المواد لكى ترسبها فى أماكن أخرى عندما تنصهر . وعندما تمر فى الوديان التى على شكل حرف ٧ فانها تحولها الى وديان على شكل حرف U . والثلاجات القارية تحمل معها هى الأخرى كميات هائلة من الصخور ومن التربة وترسبها فى أماكن أخرى . وتربة كثير من الأجزاء الشمالية من الولايات المتحدة قد تغيرت ماديا بفعل الثلاجات القارية التى اكتسحت هذه المنطقة خلال مليون السنة الأخيرة .

وكثيرا ماتتكون البحيرات والمستنقعات نتيجة للثلاجات . حيث تسد الوديان بالتربة ورواسب الصخور التى تقوم بعمل السدود فتحتجز المياه خلفها . وفى بعض الحالات تقوم الثلاجات بتعميق الأحواض التى توجد بها المياه فى الوقت الحاضر . وقد تكونت البحيرات العظمى نتيجة لعمل كل من الترسيب والتعرية . فقد كانت فى وديان أنهارا قديمة ، تم تعميقها وانسدادها بواسطة الثلاجات .

هذه القرية المهجورة فى أوكلاهوما توضح ماتسببه التعرية بوساطة الرياح من الكوارث . لقد زالت التربة السطحية .





الحجر الرملي الأحمر يمثل آخر حصـــون المقاومة ضد الرياح والمياه وغيرهما من القوى التى تعمل على تسوية سطح الأرض ٠ وتتكون التربة على قاعدة هذه الصخور ذاتها ٠

وقد نتجت عصور الجليد فى الماضى بسبب ماطرأ على الأرض من اختلافات فى درجة الحرارة وقد نتج عن انخفاض درجة حرارتها بمقدار كبير تجمع كميات هائلة من الجليد ٠ ويعتقد أنه فى عصور الجليد كان سطح البحر أكثر انخفاضا منه فى الوقت الحاضر بما يقرب من ٣٠٠ قدم ٠

ويعتقد العلماء أننا نجتاز فى الوقت الحاضر فترة دافئة أو فترة بين جليدية ، وتدل القياسات التى أخذت فى الســـنين الحديثة على أن البحر يرتفـع فى الوقت الحـاضر بمعـدل يتراوح بين بوصتين وبوصتين ونصف بوصة كل مائة سنة ٠ ولعل هـــذا الارتفاع يرجع الى الانصهار السريع للثلاجات فى العالم ٠ ويقدرون أنه اذا انصهرت الثلاجات الحالية انصهارا تاما فان منسوب سطح البحر سوف يرتفع مائة قدم ٠

الرياح : رأينا كيف أن المياه الجارية وجبال الثلج أو الثلاجات المتحركة تحمل التربة وغيرها من المواد عبر سطح الأرض ٠ وتعد الرياح كذلك حاملة للتربة ٠ وقد ظهر هـــذا بوضـــوح فى العواصف الترابية التى اجتاحت بعض المناطق فى بلادنا حديثا ٠ وســـوف نتناول بتفصيل أكثر أســـباب العواصـف الترابيـــة وتأثيرها فى فصل ١٥ (أ) ٠

وهنالك نتائج أخرى لما تحدثه الرياح من التعرية ، مما نراه أحيانا عنـــدما تكون الرياح الرمال على هيئة كثبان رملية ٠ ويتضمن هـــذا الفصل صورا لبعض الكثبان الرملية الجميلة التى توجد فى ولاية ايداهو بأمريكا ، كما توجد جبال ضخمة مشـابهة من الرمال فى كثـــير من أنحاء الولايات المتحدة ٠ وهى متشابهة فى مظهرها ، وجميعها قد تكونت بنفس الطريقة ٠

ونعلم جميعا أن الرياح القوية تستطيع أن تحمـل الرمال ٠ وبعض الرمال التى تحملهـــا الرياح تتساقط عندما تبطىء الريح بسبب ماقد يعترضها من العوائق وغير ذلك من الأسباب ، وكومة الرمال التى تترسب بهذه الطريقة تكون تدريجيـــا تلا يعرف بالكثيب ٠ ويكون انحدار الكثيب المواجه للريح متدرجا ، أما الجانب المقابل

فيكون شديد الانحدار • وينشأ عن انتقال الرمال من الجهة الموالية للريح الى الجانب المقابل تحرك الكثيب كله ببطء فى اتجاه الريح • وقد تتحرك الكثبان بسرعة تصل الى ٥٠ قدما فى السنة الواحدة •

ويتطلب تكوين الكثبان الرملية تحرك كمية هائلة من الرمال الجاف وامتدادها على أسطح منبسطة تكتسحها الرياح • وقد يؤدى انتقال الكثبان الرملية أحيانا الى تغطية المدن والمزارع والغابات • وقد بنت الرياح الغربية كثبانا رملية على الشواطىء الشرقية لبحيرة متشيجان فى أمريكا ، وهذه الكثبان تتحرك نحو الأرض فوق ولاية انديانا فتدفن تدريجيا منطقة غابات هنالك تسمى منتزه الكثبان • ومن الممكن وقف هجرة الكثبان بزراعة النجيل والشجيرات فى الرمل •

والمياه الجارية والجليد المتحرك والرياح يعتبرها الجيولوجيون من القوى التى تعمل على التعرية ، أى من القوى التى لا تعمل على تحطيم الصخور فحسب ، بل تحمل أجزاءها كذلك الى أماكن أخرى.أما القوى التى تحطم الصخور ولكن لا تحمل أجزاءها الىأماكن أخرى فتسمى بالعوامل الجوية • ويدخل تحت هذه العوامل تأثير الحرارة والبرودة والمواد الكيماوية والكائنات الحية • وسوف نعالج هذه العوامل بايجاز فيما يلى :

الحرارة والبرودة : كثيرا ماتتجمع اكوام من الصخور التى تترسب عند قاعدة الجبال شديدة الانحدار نتيجة لانفصال قطع صخرية من أعلى وانهيارها • وقد تساعد أشعة الشمس على ذلك لأنها تؤدي الى ارتفاع حرارة الأجزاء الخارجية من الصخور عن أجزائها الداخلية ، وهذا الاختلاف فى حرارة الصخور يجعل الطبقة الخارجية من المواد تتمدد وتنفصل عن الداخلية •

وقد يؤدى الصقيع كذلك الى تحطيم الصخور ؛ فعندما تتجمد المياه ، فانها تتمدد بما يقرب من ٩٪ من حجمها (البروز الذى تشاهده على سطح مكعبات الجليد فى ثلاجتك الكهربية يرجع الى هذا التمدد) • فاذا ماتجمد الماء الذى يتسرب الى الشقوق الصغيرة التى بالصخور أو الى الصخور المسامية فانه يحدث ضغطا عظيما على الصخر ، يؤدى الى فصل أجزاء منه أو تفتيتها •

التأثير الكيموى : تؤثر المواد الكيموية الموجودة بالطبيعة فى الصخور ، فتغيرها الى مواد جديدة وتحطمها • فالأوكسجين الموجود بالجو يتحد مع الحديد الموجود بكثير من الصخور فيجعله يصدأ أو ينحل • والماء يتحد مع بعض المواد التى بالصخور ، مثل المايكا ، ليكون مواد جديدة لا تلبث أن تنكسر • وثانى أكسيد الكربون الموجود بالهواء الجوى يذوب فى مياه الأمطار مكونا حمضا ضعيفا يعرف بحمض الكربونيك • وهذا الحمض يؤثر فى المعادن المختلفة.والفلسبار – وهو من المعادن الأساسية فى الجرانيت – ينحل بتأثير غاز الكربونيك ويتحول الى طمى •

الكائنات الحية : تؤثر النباتات فى الصخور ميكانيكيا وكيمويا • فعندما تنمو جذورها فى فجوات الصخور ، فانها تحدث ضغطا يكفى لتكسيرها • وجذور نباتات اللايكنز ، وهى نباتات تعيش على الصخور ، تنتج مواد كيموية تؤثر فى سطح الصخر وتذيبه ، فتسهل بذلك على النباتات امتصاص المواد اللازمة لها •

وعندما تموت النباتات والحيوانات وتتعطن، تتكون أحماض تتفاعل كيمويا مع الصخور وتساعد على تحليلها •

التربة

صب حفنة من التربة المعتادة المأخوذة من احدى الحدائق فى مخبار من الماء ورجه بعنف • وعندما يستقر الماء داخل المخبار انزع بعض المواد الطافية على وجهه • سوف يكون معظم هذه المواد من جزئيات الأوراق والسيقان والجذور النباتية المتحللة جزئيا • اختبر بدقة المواد التى هبطت

الى القاع • سوف تجد أنها تتكون من حبيبات صغيرة من الرمل والحصى وكلاهما صخور محطمة•

يرجـــع منشأ التربة الى تعطن النباتات والحيوانات والى انحلال الصخور • فالتربة هى المرحلة الأخيرة من مراحل تحطيم الصـخر وهى أعظم مصادر ثروتنا الطبيعية •

فى هذه الجولة الموجزة عن الأرض وسطحها والقوى التى تعمل على تغييرها ، كنا نسترشد ببعض الأفكار الهامة،وفيما يلى بعض هذه الأفكار:

- الأرض قديمة جـدا وقد تعرضت الى تغيرات عظمى فى مدى حياتها •
- يدرس العلماء الصـــخور لكى يعرفوا تاريخ الأرض •
- يعتقد أن الأرض تتكون من طبقـات متمركزة من المواد المختلفة ؛ فالطبقة الخارجية عبارة عن قشرة صخرية صلبة ، تليها منطقة من الصخور الثقيلة ذات اللون الأحمر من شدة حرارتها ، أما الجزء المركزى فيتكون من معادن منصهرة •
- يتكون سطح الأرض من الماء والتربة والصخور بصورها المختلفة وتغطى المياه ٧٠٪ من سطح الأرض •
- تنشأ الصـــخور بثلاث طرق من برودة المواد المنصهرة أو من تماسك الأجزاء الصـــغيرة أو من تغيرالصخور الموجودة فعلا الىصور جديدة.
- ان المهندســـين المعماريين اللذين يعملان على سطح الأرض هما : قوى البناء ، وقوى الهدم• وهى القوى التى تبنى الجبـــال والقوى التى تعمل على تسويتها بسطح الأرض •
- تتكون الجبال نتيجة لأنواع النشاط البركانى أو نتيجة لبروز فى القشرة الأرضية •
- القوى الرئيســية المسئولة عن تسوية ســطح الأرض هى المياه الجارية وجبال الجليد المتحركة والرياح •
- الحـرارة والبرودة والتأثير الكيموى والكائنات الحية تعد جميعا من العوامل الهامة فى تفتت الصخور وتحليلها •
- التـــربة ، التى هى أعظم مصـــادر ثروتنا الطبيعية ، وتعد المرحـــلة الأخيرة من مراحل تحطيم الصخور •

تنشأ هـذه الكثبان فى ترمونت كونتىفى ايداهو بسبب التيارات المستمرة للرياح • وتوجـــد مثل هـــذه الكثبان فى ميشيجانوانديانا وكثير غيرهما من آنحاء العالم • ويبلغ ارتفاع بعضها أكثر من ١٠٠ قدم • ويزحف بعضها بسرعة تتراوح بين أربع أقدام وست أقدام فى السنة •



تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ اكتب الى مصلحة الجيولوجيا طالبا معلومات عن التكوينات الأرضية فى محافظتك ، وسل عن خريطة طوبوغرافية لمنطقتك · تعلم قراءة الخريطة واستخدم هذه المعلومات فى تنفيذ المشروع التالى ·

٢ ـ اعمل خريطة تقريبية للاقليم الذى تعيش فيه ، ثم حاول أن تبين بمساعدة الملاحظات والقراءات وغيرها من المصادر كيف تغير سطح المنطقة خلال ال ٠٠ر٥٠ السنة الأخيرة ·

٣ ـ قم بجولة فى الأقاليم أو المديريات المجاورة لملاحظة تأثير عوامل التعرية والتغيرات الأرضية التى قامت بها الأنهار ، وغيرها من التغيرات فى سطح الأرض ·

٤ ـ تتبع أحد المجارى المائية لمشاهدة (أ) كيف غير هذا المجرى الأرض من حوله (ب) مايحمله من المواد (جـ) سرعته (د) رواسبه ·

٥ ـ لاحظ احدى المناطق القريبة بعد عاصفة رملية عنيفة لكى تحدد (أ) أين تحدث التعرية (ب) لماذا تحدث (جـ) المواد التى تنقل من أماكنها الى أماكن أخرى (د) أين تترسب هذه المواد (هـ) آثار هذا الترسب.



الفصل السابع - ب

تدريس " الأرض وسطحها "

ان الظواهر العنيفة ، مثل البراكين والزلازل ، شائقة بالنسبة للأطفال الى أقصى حد . كما أن الأطفال يظهرون شغفا بالصخور ، وكثيرا مايحضرون عينات منها ومجموعات الى المدرسة ، ويبدون رغبة فى معرفة تركيب هذه الصخور وأسمائها .

ومن المهم عند مساعدة الأطفال على اكتشاف بعض الأمور عن الأرض التى يعيشون عليها وملاحظة تغيراتها ملاحظة تتسم بالذكاء ، أن نوجه أنظارهم الى الأشياء التى تحدث حولهم كل يوم . ومن السهل عليهم ملاحظة بعض تغيرات سطح الأرض .

لذلك فانه ينبغى كلما أمكن استخدام الخبرة المباشرة بالتكوينات الأرضية التى فى البيئة المجاورة كمصدر لمشكلات تحل ومعمل لملاحظة القوى الأرضية فى أثناء عملها . ويهيىء ملعب المدرسة وحديقتها وقطعة الأرض الخالية المجاورة لها والمنتزه القريب منها . فرصا عديدة لتحقيق تلك الفائدة .

ويستطيع التلاميذ أن يقوموا باجراء تجارب بسيطة تساعدهم على فهم التغيرات الأرضية . وبعض المادة الخاصة بهذه التغيرات مناسب لتلاميذ الصفوف الأولى ، كما هو مذكور فيما بعد ، ولكن كثيرا من التعميمات يمكن فهمها بسهولة أكبر فى الصفوف التالية . ويمكننا أن نحدد المشكلة الكبرى لاحدى الوحدات التى تقوم عليها هذه المادة فيما يلى :

كيف يتغير سطح الأرض ؟

أما اذا أريد أن تكون المشكلات أكثر تحديدا وأضيق أفقا فمن الممكن أن تحدد بالصورة التالية :

ماالتربة وكيف صنعت ؟

كيف تحدث الزلازل والبراكين ؟

كيف يغير كل من الماء والرياح سطح الأرض؟

مم تتكون الصخور وكيف تكونت ؟

وبعض أنواع النشاط المقدمة فى هذا الفصل يعد مناسبا لتلاميذ الصفوف الأولى والمتوسطة ، والموضوعات التالية ، برغم صلاحيتها لجميع المستويات ، لها أفضلية خاصة بالنسبة للصفوف الأولى :

١ – جمع الصخور ، والنظر اليها ولمسها لمعرفة

أوجه الشبه وأوجه الخلاف بينها وخدشها بمسمار لمعرفة كيف تختلف فى صلابتها ، ووصفها ، من حيث اللون ، والشكل ، والحجم ، وغير ذلك من الخواص .

٢ ـ السير فى فناء المدرسة بعد نزول المطر لكى يرى التلاميذ أن الماء ينحدر على سطح التل ، وأنه يحمل معه التربة ، ويكشف الصخور والحصى ، وأن له تأثيرات أخرى .

٣ ـ مشاهدة صور أماكن مختلفة من الأرض . كالشواطىء والجبال والصحارى والمزارع ... الخ . ثم يصف التلاميذ مايرونه فى صورة ويوضحون أوجه الاختلاف بين هذه الأماكن ، كأن يقولوا ان المكان غير مستو ، مستو ، صخرى ، مبلل ... الخ . ويستطيع الأطفال الذين يقومون برحلات أن يساعدوا أحيانا على توضيح المفهوم الخاص بسطح الأرض ، بأن يتحدثوا عما شاهدوه من السيارة أو القطار ، أو نافذة الطائرة .

عمل مجموعة من الصخور

يبدى الأطفال ميلا نحو جمع الأشياء . ويلوح أن الصخور هى أحد الأشياء التى يحبون جمعها . وهنالك كثير من الأشياء التى يمكن معرفتها عن الصخور بالاضافة الى أسمائها ، ولكن معرفة أسمائها تعد من الأمور التى تتجه اليها ميولهم .

وفيما يلى بعض النقاط التى تساعد فى معرفة الأسم : استعن اذا أمكن بمجموعة الصخور التى بالمتحف المحلى أو بموظفيه الذين لهم دراية بالصخور ، استخدم مجموعة صغيرة من الصخور كتلك التى يمكن شراؤها من بعض المتاجر الخاصة (هذه العينات مفيدة جدا ، برغم أنها صغيرة جدا . وقد تجدها أحيانا لدى الأطفال) . استخدم الصور التى بالكتب . استعن بمدرس العلوم فى المدرسة المحلية اذا وجد وكان لديه استعداد للمساعدة . وبعد أن تحدد أسماء العينات وتكتب عليها أسماؤها يمكن تقسيمها الى ثلاثة أقسام : نارية ، ومتحولة ، ورسوبية . ويمكن أن يقتصر تقسيم الصخور بهذه الطريقة على أكثر التلاميذ شغفا وتقدما . أما الآخرون فيمكنهم أن يبتكروا طريقتهم الخاصة لتقسيم الصخور مثل : «الصخور المستخدمة فى بيئتنا » و « أصلب الصخور » و « الصخور غير المألوفة أو الغريبة » .

ومن الممكن أن يتناقش التلاميذ بعد ذلك فى طريقة تكوين الصخور وكيف اتخذت الأشكال التى وجدوها عليها . فالحصاة المستديرة من الجرانيت مثلا ، يبدو داخلها مختلفا عن خارجها . ويستطيع الأطفال فى كثير من الأحوال أن يكسروا الصخور باستخدام المطرقة ليروا داخلها . كما يستطيعون مشاهدة الحافات الحادة لبعض الصخور ومناقشة كيف يمكن أن تنصقل هذه الحافات عندما تجرف الأحجار على قاع مجرى مائى . ولا شك أن عمل ملخص بالأمور التى وصلوا اليها ووضعه مع المجموعة التى جمعوها فى احدى ردهات المدرسة سوف يزيد من شغف التلاميذ بهذه الدراسة .

أما المجموعة الجاهزة الكاملة من الصخور والمعادن التى تعرض على التلاميذ فليس لها قيمة كبيرة ، كما أنها لا تثير اهتمامهم . لذلك ينبغى أن يقوموا هم بأنفسهم بعمل مجموعتهم القائمة على رحلاتهم الخاصة .

مشاهدة استخدام الصخور

كثير من المبانى العامة مصنوع من أنواع مختلفة من الصخور . وقد يحتوى مبنى المدرسة ذاته على بعض الجرانيت والرخام والحجر الرملى التى تدخل فى بنائه . شجع التلاميذ وحرضهم على مشاهدة الكنائس والبنوك والمكاتب وغيرها من المنشآت العامة لبروا أمثلة للأنواع المختلفة

من الصخور . واقترح عليهم أن يحاولوا معرفة من أين تستحضر هذه الصخور . واذا كان بعضها يستخرج من أحد المحاجر بالبيئة ، فقد يكون من الممكن أن يقوم فريق منهم بزيادة المحجر لمشاهدة طبقات الصخور ومعرفة كيف تقطع الصخور وتنقل . واذا كانت هنالك أعمال نحت قريبة ، فمن الممكن أن يحصل التلاميذ على عينات من الجرانيت والرخام لفحصها .

دراسة صور لسطح الأرض

تحتوى أدلة المسافرين وكتب الجغرافيا والمجلة الجغرافية القومية وغيرها من المصادر على صور للجبال وكثير من التضاريس الأخرى على سطح الأرض . ومن الممكن أن يدرس الأطفال هذه الصور ليروا كيف يختلف هذا السطح فى مكان عنه فى آخر ، وليروا طبقات الصخور المختلفة وكيف تنحنى بعض الطبقات أو تلتوى ، وأماكن وجود الجليد والنباتات . فاذا وجدت صور على هيئة شرائح شفافة فمن الممكن عرضها بالفانوس السحرى ودراستها . ومن الممكن أن يقوم التلاميذ عند دراستهم لكل شريحة بما يأتى : وصف المكان ، بيان أوجه اختلافه عن غيره من الأماكن ، بيان التغيرات التى يظنونها قد طرأت عليه ، ومايظنون أنه سوف يطرأ عليه .

وهنالك طرق متعددة لتلخيص الأفكار التى وصل اليها التلاميذ فى أثناء دراستهم لسطح الأرض . فمن الممكن أن يعد التلاميذ قائمة بالأفكار الهامة التى توصلوا اليها فى أثناء دراستهم ، ثم يختار كل طفل احدى هذه الأفكار ويعمل على توضيحها بأحد الأشكال ، أو بما قد يجده من الصور فى المصادر التى بيناها فيما سبق (صور الغلاف للمجلة الجغرافية القومية National Geographic Magazine تعد من المصادر الممتازة) . ومن الممكن أن يعمل التلاميذ كجماعات لتوضيح احدى الأفكار . فقد يقرر فريق مثلا أن يعمل على توضيح الأساليب التى تستخدمها القوى العديدة التى تعمل على تكسير الصخور وتعريتها . وسوف يجدون صورا للنهيرات الصغيرة العميقة ، ومجارى المياه فوق الجبال والأنهار الكبيرة والفيضانات وتلاطم الأمواج على الشاطىء . ومن الممكن أن يقوم التلاميذ بلصق هذه الصور على لوحة كبيرة وأن يصفوا فى جمل قليلة كيف تغير قوة الماء فى كل حالة الصخور . وقد يقوم فريق آخر بجمع صور توضح كيف تحدث الرياح التغيرات .

ولتنفيذ خطة كالسابقة سوف يحتاج التلاميذ الى تحليل كل من هذه الأفكار الكبيرة لكى يروا ماتتضمنه ثم يضعون خطة لطريقة توضح العلاقة بين هذه الأفكار .

ومن الممكن أيضا أن يلخص التلاميذ الأفكار الهامة التى تعلموها وذلك بتطبيق ماوصلوا اليه على المنطقة التى يعيشون فيها . وقد يجمعون توضيحات لكى يعدوا أحاديث عن موضوع : « كيف تغير سطح الأرض فى ولايتنا خلال العصور » . وهم يستطيعون تبعا للولاية التى يدرسونها . تناول البحيرات والأنهار والكثبان الرملية والجبال والتكوينات الصخرية والشواطىء والمناطق الصحراوية وغير ذلك من التضاريس .

وقد يرغب هواة التصوير فى الصفوف المتقدمة من المدرسة الابتدائية فى أخذ صور توضح أحاديثهم أو تلخص ماوجدوه .

جمع المادة اللازمة للتقارير الخاصة

من بين المراجع كتاب عن بركان باريكوتين وهذا الكتاب وغيره من الكتب التى قد توجد بالمكتبة تعد مصدرا طيبا لما يلزم من المادة لعمل تقرير يعرض على الفصل . وقد يحتاج تلميذ أن يكتب الى بعض الهيئات طالبا بعض المادة عن جبل مونت لاسن ، وهنا يتهيأ سبب وجيه للاستعانة بالكتابة . وقد يتطوع تلميذ ذو شغف

بملاحظة الصحف بحثا عن تقارير عن الزلازل ويحضرها الى المدرسة • ثم قد يحاول التلاميذ بعد ذلك أن يصلوا الى معرفة ما كان عليه شكل سطح الأرض فى المكان الذى وقع فيه الزلزال • والخرائط التى بكتب الجغرافيا وغيرها تعين على ذلك • كما تعتبر الينابيع الحارة والنافورات والثلاجات (وجبال الجليد) من الموضوعات الشائقة التى يمكن عمل تقارير خاصة عنها • ويمكن الحصول على كثير من المعلومات والصور من النشرات الحكومية ونشرات السياحة ومن الكتب • وسوف تزداد قيمة هذه التقارير اذا طلب الى التلاميذ أن يتأكدوا من سلامة المراجع التى يستخدمونها ، وقدمت لهم المساعدة لكى ينظموا المادة تنظيما منطقيا ، دقيقا ، واذا توقعنا منهم أن يحسنوا استخدام مهاراتهم اللغوية فى عرضها •

فحص الرمل

أحضر بعض الرمل من الشاطىء أو من أى مكان آخر ، وتفحصه مستخدما عدسه مكبرة • أحضر قطعتين من الحجر الرملى واسحقهما معا ، اختبر حبيبات الرمل الناتجة بعدسة مكبرة • يستطيع التلاميذ من هذه الخبرة أن يروا أن الرمال قد تكونت من تفتت الصخور • كما أنها قد تساعدهم على معرفة أن الصخور تتكون اذا ضغطت الحبيبات معا وتماسكت بمادة لاصقة •

عرض تكوين الجبال

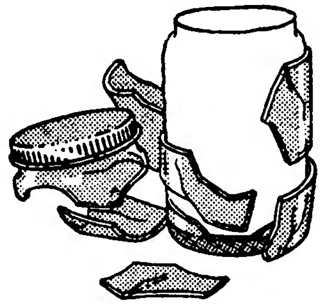
من السهل أن يقوم التلاميذ بعمل نموذج يوضح كيف تتكون الجبال ، وكيف تتقوس الطبقات الأرضية أو تنحنى • ضع طبقات من مواد مختلفة من الطمى والرمل والبلاستيسين والحصى فى صندوق من الورق المقوى • راع أن تكون هذه الطبقات رطبة (فى قوام فطيرة من الطين). وبعد أن تضغط الطبقات معا ، اقطع أطراف جوانب الصندوق واتركها فى مكانها ، ثم ادفع بهذه الأطراف نحو الوسط • ان هذا يدفع بالطبقات الى وضع يشبه الجبال المنثنية • اقطع الطبقات من وسطها باستخدام سكين ، ثم افصل الجزءين أحدهما عن الآخر • من الممكن استخدام أحد أوانى الطهو لحمل النموذج • وعندما يقوم التلاميذ بنشاط من هذا النوع فمن الواجب أن يتذكروا لماذا يقومون به ، ويدركون العلاقة بين مايشاهدونه فى هذه التجارب وبين مايشاهدونه فى الطبيعة أو فى الصور •

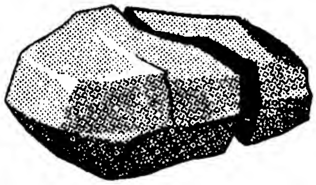
وهنالك طريقة أخرى لتوضيح كيف تتكون الجبال ، كما يأتى : خذ مجموعة من الأوراق التى تختلف فى ألوانها وتركيبها وضعها مفرودة على المنضدة • ضع يديك على الأوراق عند أطرافها ثم اضغط عليها نحو الوسط ، تلاحظ أن الأوراق ترتفع عند الوسط مكونة مايشبه السنام ، وهى نفس الطريقة التى قد تتكون بها جبال بسبب القوى التى تتعرض لها الطبقات الصخرية • فاذا كانت الورقة قابلة للكسر ، فان جزءا منها سوف يعلو على الأجزاء الأخرى ويكون شقا • واستخدام أوراق مختلفة فى ألوانها وتركيبها يساعد على توضيح كيف تنتظم الطبقات نتيجة للضغط •

البحث عن التغيرات

تقع بعض المدارس فى أماكن يستطيع فيها الأطفال مشاهدة كثير من أمثلة التعرية حتى اذا قاموا برحلة قصيرة • ويحسن كلما أمكن ، أن يؤخذ التلاميذ لكى يروا أين تحدث هذه التغيرات. فمن الممكن أن يشاهدوا نهرا أو نهيرا ليروا كيف يحفر مجراه ، وأن يحصلوا على بعض الأحجار من مجراه ليروا مدى استدارتها وليشرحوا لماذا يتغطى قاع المجرى بالأحجار (المواد الخفيفة حملتها المياه بعيدا) •

وقد يستطيعون مشاهدة الأشجار والنباتات الأخرى التى تنمو على التكوينات الصخرية ،





الماء المتجمد حطم الاناء الزجاجى فى الثلاجة الكهربية ، وهو قريب جدا مما يحدث عندما يحطم الماء الصخور بسبب سريانه فى شقوقها وتجمده بالبرودة ·

ويرون كيف تتصدع الصخور · وقد يستطيعون فحص النباتات الصغيرة التى تنمو على الأسطح الصخرية · فاذا حاولوا اقتلاع هذه النباتات من المكان الذى تنمو به ، فسوف يرون كيف أن الجذور الرقيقة تكون نامية فى الصخر ذاته · وماتسمى بالأرض « الفضاء » قد تساعد التلاميذ على مشاهدة أثر العوامل التى تغير الأرض · ومن الممكن أن يحاولوا عن طريق الملاحظة الدقيقة الاجابة عن أسئلة مثل :

١ ــ كيف غير الناس سطح هذه البقعة من الأرض ؟ (فالناس مثلا قد يصنعون دروبا عبر قطعة الأرض الفضاء لكى يختصروا الطريق ، مما قد ينتج عنه بقعة قاحلة جرداء · فما تأثير ذلك فى السطح ؟)

٢ ــ ماذا يمكن مشاهدته من دلائل التعرية ؟ (التربة التى قد تحركت ، الأنفاق ، الصخور المعرضة ، جذور الأشجار وغيرها من النباتات · تأثير الرياح) ·

٣ ــ ماشكل الصخور ؟ وماهى التغيرات التى تظن أنها قد طرأت عليها خلال السنين ؟ وقد تكون أعمال الحفر القريبة من مدرستك من الأماكن الطبيعية التى يمكنك القيام بزيارتها لمعرفة صورة الأرض كلما اتجهنا من السطح الى أسفل · وسوف يشاهد التلاميذ التربة السطحية بلونها القاتم ، وطبقة تحت التربة التى تتدرج الى صخور صغيرة وكبيرة . وقد يستطيعون أن يلاحظوا أيضا طبقات مختلفة من الصخور ومن التربة ·

تجارب على الماء

املأ اناء زجاجيا صغيرا بالماء وسده باحكام. ضعه فى غرفة التجمد داخل الثلاجة الكهربية ودعه يتجمد · ويمكن وضع الماء فى كيس ورقى لتسهيل فحص النتائج · سوف تحدث شدوخ فى الاناء نتيجة لتمدد الماء عند تحوله الى ثلج · ومن الممكن الحصول من السباكين وعمال الجراجات أحيانا على أنابيب معدنية بها شدوخ ناجمة عن تمدد الماء عند تجمده · ان مشاهدة هذه الأشياء سيساعد التلاميذ على ادراك أن المياه المتجمدة تتسبب عنها قوة كبيرة تستطيع أن تكسر الصخور بسهولة · واذا كان هنالك تكوينات صخرية قريبة ، فان صب الماء عليها قد يساعد التلاميذ على مشاهدة كيف يغوص الماء فى الشقوق ·

ان صب عدد من الصفائح المملوءة بالماء على أحد المنحدرات التى فى ملعب المدرسة ، سيساعد التلاميذ على ملاحظة كيف يجرف الماء التربة معه الى مكان بعيد · واذا ملىء أحد الأكواب الزجاجية بماء من أحد المجارى المائية العكرة بعد هطول مطر غزير ثم فحص فان ذلك يساعد التلاميذ على معرفة أن التربة هى التى تكسب الماء لونه الأسمر، وعلى أن الماء تبعا لذلك يجرف التربة ·

مصادر لبحثها

١ ـ بعض المبانى العامة الموجودة فى البيئة لملاحظة فوائد الصخور والمعادن ٠

٢ ـ معالم البيئة المحلية لملاحظة التكوينات الأرضية وما يطرأ عليها من تغيرات : الأنهار ، قيعان المجارى المائية ، شواطىء الترع والأنهار ، الحفر ، شواطىء المسطحات المائية ، الوديان ٠٠٠ الخ ٠

٣ ـ بئر محفورة لملاحظة العينات المختلفة من التربة والتكوينات الصخرية كما تبدو تحت الأرض ، وللحصول على معلومات عن الظروف تحت سطح الأرض ٠

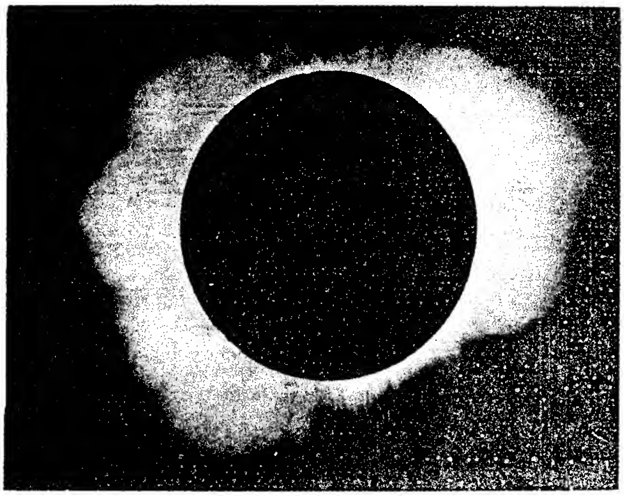
٤ ـ عينات من الأنواع المختلفة من التربة لمعرفة مابينها من أوجه الشبه والاختلاف ومعرفة طريقة تكوينها وغير ذلك ٠

٥ ـ ادارة الطرق للحصول على معلومات عن التكوينات الأرضية فى الأماكن التى شقت بها الطرق ٠

٦ ـ ادارة المحافظة على التربة للحصول على معلومات عن مشكلات التعرية فى البيئة المحلية ومايتخذ من الأعمال حاليا ٠

٧ ـ صور من الكتب والمجلات توضح سطح الأرض فى أماكن عديدة مختلفة على الأرض بقصد المقارنة بينها واكتشاف ماقد يكون قد طرأ على هذه الأماكن من التغيرات ٠

٨ ـ ادارة خدمات المنتزهات للحصول على معلومات عن المنتزهات العامة القريبة منك٠ راجع الكتب والصور للحصول على معلومات عن جيولوجيا المنتزه ٠



الفصل الثامن - أ

الشمس والكواكب

لعل تلاميذ المدارس فى القرن الحادى والعشرين سوف يدرسون الفلك من مراكب الفضاء ، وسوف يكون ذلك من حسن التوفيق ، لأنه سوف يعينهم للحصول على صورة للكون أكثر وضوحا من تلك التى نحصل عليها فى الوقت الحاضر ونحن ثابتون على الأرض • ولن يكون هؤلاء التلاميذ فى حاجة الى نماذج أو أشكال توضيحية أو شرح لكى يثبت لهم أن الأرض كروية ، أو أنها تدور حول محورها فى أثناء تحركها حول الشمس ، أو أن القمر يدور حول الأرض • وسوف يستطيع الأطفال من مراكب الفضاء أن يروا نصف الأرض الذى يكون الوقت فيه نهارا ونصفها الآخر الذى يغمره الظلام • وعندما يبتعدون عن الأرض فانهم سوف يستطيعون أن يروا أن الأرض ليست الا أحد الكواكب التسعة التى هى جزء من المجموعة الشمسية • وسوف يستطيعون أن يدركوا المسافات الشاسعة فى الفضاء ويتبين لهم أن الأرض ليست الا جزءا بالغ الصغر من هذا الكون •

الأسرة الشمسية

تعد الشمس مركز عائلة من الأجرام السماوية تعرف بالمجموعة الشمسية • ورأس العائلة هو بطبيعة الحال الشمس ، والأعضاء الأساسيون هى الكواكب التسعة التى تدور حولها كل فى فلكه شبه الدائرى • وهذه الكواكب ، مرتبة تبعا لزيادة أبعادها عن الشمس، هى : عطارد ، والزهرة ، والأرض ، والمريخ ، والمشترى ، وزحل وأورانس ، ونبتون ، وبلوتو • وهنالك نحو ألفين من الكويكبات الصغيرة التى تدور حول الشمس فى الفضاء الذى بين المريخ والمشترى •

ولكثير من الكواكب توابعها الخاصة ، وهى الأقمار التى تدور حولها ، ويبلغ عدد ماشوهد من هذه الأقمار ٣١ قمرا : واحد للأرض ، واثنان للمريخ ، واثنا عشر للمشترى ، وتسعة لزحل ، وخمسة لأورانس ، واثنان لنبتون •

وتتضمن العائلة الشمسية أيضا كثيرا من المذنبات ذوات الأفلاك الخارجية المركز التى تجعلها تقترب من الشمس ثم تبتعد عنها كثيرا داخل اطار المجموعة • وهنالك بلايين الشهب التى تختلف فى أحجامها من حبة الرمل الى الكتلة

الهائلة ، وهى تدور جميعا حول الشمس وتعد أفرادا فى عائلتها •

فالمجموعة الشمسية حلبة سباق شاسعة تدور فيها الكواكب وتوابعها من الأقمار ، والمذنبات ، والشهب ، حول مركزها السماوى وهو الشمس •

الشمس

ان رواد الفضاء الذين يصلون فى رحلتهم الى أطراف المجموعة الشمسية ، عند بلوتو وما وراءه ، سوف يجدون أن الشمس تصغر تدريجيا فى السماء حتى تبدو فى حجم النجوم وتلك هى حقيقتها بكل دقة • فليست شمسنا الا واحدا من بلايين النجوم التى بالكون ، بل انها ليست الا واحدة من النجوم ذات الحجم المتوسط . وهى تبدو أكبر من النجوم الأخرى ، لأنها أقرب الينا • وتبلغ المسافة من الأرض الى الشمس ٩٣ مليون ميل • وسوف يكون لهذا الرقم معنى أوضح اذا ترجمناه الى صورة أخرى • فافترض لذلك أن طائرة سريعة تعبر الولايات المتحدة ، وهى مسافة تبلغ ٣٠٠٠ ميل فى نحو ٣ ساعات ، متحركة بسرعة ١٠٠٠ ميل فى الساعة • فبنفس هذه السرعة تستغرق هذه الطائرة نحو ١٠ سنوات لكى تبلغ الشمس •

وجه الشمس : ان قرص الشمس المتوهج المعتادة يبلغ قطره ٨٦٤٫٠٠٠ ميل ، وهو مايقدر بنحو ١٠٩ أضعاف قطر الأرض • ويحيط بالشمس ــ كما هى الحال مع الأرض ــ جو من الغازات • ويتكون الجو الشمسى من ثلاث طبقات. أما الطبقة القريبة من وجه الشمس فهى الطبقة العاكسة التى تمتد الى أعلى نحو ١٢٠٠ ميل • وهى تسمى بهذا الاسم لأنها تزداد وضاءة بشكل غير عادى عندما يحجب القمر الشمس عند كسوفها • والطبقة التالية هى الكروموسفير أو الكرة الملونة ، وهى طبقة غازية شفافة يبلغ سمكها آلاف الأميال • ويحدث من وقت لآخر انفجارات يبلغ ارتفاعها مئات الآلاف من الأميال تندلع من طبقة الكروموسفير مكونة نتوءاتملونة. وهذه أيضا تشاهد على أحسن ما يكون فى أثناء كسوف الشمس • وعلى الصفحة الأولى من هذا الفصل توجد صورة الطبقة الاكليلية corona التى هى الطبقة الخارجية ، وهى أكبر طبقات الغلاف الجوى للشمس؛ اذ يبلغ امتدادها فى بعض الاتجاهات نحو ١٫٠٠٠٫٠٠٠ ميل • ويمكن مشاهدة هذه الهالة اللؤلؤية هى الأخرى فى أثناء الكسوف •

واذا نظرنا الى الشمس بمنظار مكبر ، فان قرصها لا يكون مستديرا ؛ اذ توجد هنا وهنالك مساحات قاتمة تعرف بالبقع الشمسية . (ملاحظة: ينبغى مراعاة الحرص الزائد عند النظر الى الشمس ويجب ألا ينظر الأطفال أبدا الى الشمس خلال المنظار المقرب أو أية آلة بصرية أخرى • ويجب ألا ينظر الى الشمس من خلال زجاج قاتم ، أو سلبية فيلم قاتمة ، وذلك حماية للعين) • وقد درس العلماء البقع الشمسية بعناية ويعتقدون أن لها علاقة بالاضطرابات المغناطيسية فى الشمس . والبقع الشمسية تنمو ثم تختفى ، ولكن حدوث ذلك قد يستغرق أسابيع عديدة أو أشهرا • والبقع الشمسية تبدو مظلمة لأن درجة الحرارة فى هذه الأماكن تكون أقل نسبيا منها فى الأماكن الأخرى التى على سطح الشمس •

وتتراوح أقطار البقع الشمسية من ٥٠٠ ميل بحيث لا ترى الا بتليسكوب الى ٥٠٫٠٠٠ ميل حيث يمكن مشاهدتها بالعين المجردة باستخدام الزجاج ذى اللون القاتم • واذا لاحظنا بقعة شمسية معينة يوما بعد يوم ، فانه يبدو أنها تتحرك من الشرق الى الغرب • وهذه الحركة ترجع الى دوران الشمس حول محورها • ولكن جميع أجزاء الشمس لا تتحرك معا بسبب طبيعة الشمس الغازية : فالمنطقة الاستوائية منها تستغرق ٢٥ يوما للقيام بدورة كاملة ، فى حين تستغرق مناطقها القطبية ٣٥ يوما •

وعندما تهب على الشـمس تلك العواصف المغناطيسية فاننا نشعر بها على الأرض • فالابر المغناطيسية تهتز ، وأجهزة الاستقبال الاذاعى والمواصلات البرقية والتليفونية يصيبها الاضطراب • ويظن العلماء أن النشاط المتصل بالبقع الشمسية يجعل الشمس ترسل سيلا من الجزيئات المكهربة الى الفضاء • ويعتقد أن هذه الجزيئات تصطدم بطبقة الأيونوسفير الأرضية وهى طبقة من طبقات الجو العليا مشحونة بالكهربا. فعندما تشحن هذه الطبقة بشحنات زائدة فان ذلك يجعلها تتشرب الموجات الكهربية كما تفعل ورقة النشاف ، وبذلك تغوص فيها موجات الاذاعة بدلا من أن تنعكس عليها وترتد الى الأرض مما يؤدى الى ضعف الاستقبال واضطرابه •

ومن الآثار التى تصيب الغلاف الجوى لدينا أيضا بسبب هذه الطبقة الشمسية السائرة حدوث ذلك المشهد الجميل الذى يسمى الأضواء الشمالية •

الطاقة الشمسية : ان الشمس تشع ضوءها فى أجواز الفضاء المتسعة منذ بلايين السنين • فما مصدر هذه الطاقة ؟ تدل البحوث الحديثة التى أجراها العلماء على أن الطاقة الشمسية طاقة ذرية ، تنتج بطريقة مشابهة الى حد كبير للطريقة التى تنطلق بها الطاقة فى قنبلة هيدروجينية •

وباستخدام الآلات التى تقيس حرارة الأجسام البعيدة بتحليل ضوئها يقدر العلماء أن درجة الحرارة على وجه الشمس تبلغ نحو ١٠٫٠٠٠ درجة فهرنهيت • ومع ذلك فان هذه الحرارة ذات الارتفاع المروع لا تكفى لاستمرار النشاط الذى يماثل نشاط القنبلة الهيدروجينية — وهو النشاط الذى يحدث داخل الشمس • ويقدر العلماء أن درجة الحرارة داخل الشمس تبلغ نحو ٤٠ مليون درجة فهرنهيت •

وترسل الشمس أشعتها فى جميع الاتجاهات وفى جميع الأوقات ، فليست الأرض وحدها هى التى تستقبل أشعة الشمس •

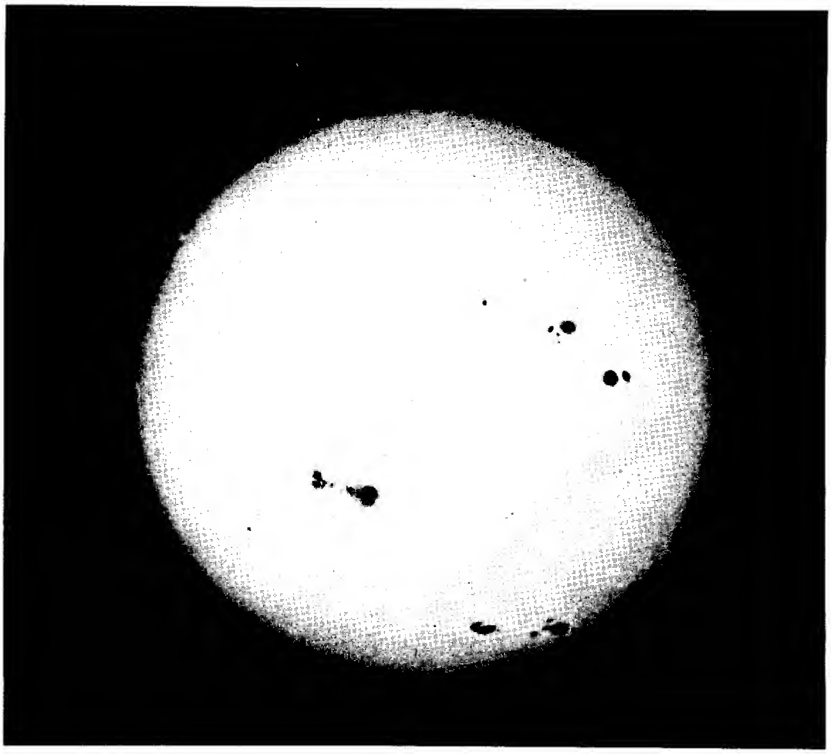
والجزء البسيط من الطاقة الشمسية المشعة الذى يصل الى الأرض يسخن سطحها بالقدر المناسب المريح ، ويمد النباتات الخضر بالضوء اللازم لتركيب الغذاء (انظر فصل ١١ أ) وبذلك ييسر حياة النبات والحيوان على سطح الأرض •

الكواكب

ان كلمة كوكب معناها النجم السائح فى السماء ، وهى كلمة وضعها الأقدمون لكى يصفوا بها تلك الأجرام السماوية التى تغير مواضعها بالنسبة للنجوم الثابتة فى المجموعات • فقد وجدوا مثلا أن النجوم التى تكون الدب الأكبر كانت دائما فى نفس المواضع من مجموعاتها ، فى حين أن كوكبى الزهرة والمريخ يشاهدان فى أماكن مختلفة فى أوقات متباينة كأنما تتجول بين النجوم •

ونحن فى الوقت الحاضر نعرف أن الكواكب ليست نجوما • فالكواكب تلمع بما ينعكس عليها من ضوء الشمس ، أما النجوم (مثل الشمس) فتتوهج بسبب نشاطها الذرى الداخلى • والكواكب التسعة أصغر بكثير من معظم النجوم التى نراها فى السماء • ويعد توهجها وحجمها دليلا على قربها من الأرض •

وسياحة الكواكب ترجع الى تحركها فى حلبة السباق الشمسى التى تتحرك فيها الأرض أيضا • فاذا تصورنا لفترة وجيزة حلبة سباق حقيقية فيها تسعة من الخيل يجرى كل منها بسرعة مختلفة .فان راكب الحصان الذى يسمى الأرض سيرى الخيول الأخرى وراكبيها فى أوضاع نسبية مختلفة كلما أتم دورة بعد دورة . وذلك بالنسبة لما بين بعضها والبعض ، وبالنسبة لموقعها من أشياء ثابتة على الأفق كالمبانى والأشجار •



صورت هذه المجموعة من البقع ال
فى سنة ١٩٥٧ .

فلننظر الى الكواكب من نقطة عالية أخرى ، من النقطة التى يراها فيها مشاهد على النجم القطبى (الذى يقع فوق القطب الشمالى مباشرة) . انه سوف يرى أن جميع الكواكب تتحرك فى نفس الاتجاه الذى هو عكس عقارب الساعة ، وسوف يجد أن مداراتها أو أفلاكها تكاد تكون مستديرة . الا فى حالة بلوتو .

فاذا استخدم الزمن الأرضى كمعيار فسيجد أن عطارد الذى يقع الى أقصى الداخل يتم دورته فى ٨٨ يوما ، وأن الأرض تتم دورتها فى ٣٦٥¼ يوما ، وأن بلوتو — وهو أقصاها الى الخارج — يتم دورته فيما يقرب من ٢٥٠ سنة .

وسوف يشاهد ملاحظ الفضاء أنه بينما تدور الكواكب فى أفلاكها حول الشمس ، فانها تدور أيضا حول نفسها مثل النحلة . وتستخدم كلمة المدار لكى تدل على الدائرة التى يقطعها كل كوكب حول الشمس ، وتستخدم كلمة دورة لكى تدل على دورته حول نفسه . فالمدار ينسب الى الفلك الذى يتحرك فيه الكوكب أو الى السنة بالنسبة لنفسه . والدورة تنتسب الى دورته حول نفسه ، أو الى ليله ونهاره .

ومن الصعب تصور المسافات الشاسعة التى تتحرك فيها المجموعة الشمسية دون رجوع الى مانألفه من المسافات والأحجام . ويمكنك أن تتخيل أن الشمس قد اختزلت الى حجم كرة قطرها ٥٠ قدما موضوعة فوق قمة مبنى كبير . فبهذا المقياس يكون عطارد فى حجم كرة صغيرة قطرها ٢½ بوصة تبعد عن الشمس حوالى ٢٠٠٠ قدم . وتكون الزهرة فى حجم بطيخة صغيرة قطرها ٥½ بوصات وبعدها عن الشمس حوالى ¾ ميل . وتكون الأرض أكبر بقليل من الزهرة وعلى بعد ميل من الشمس . ويكون المريخ فى حجم حصاة كبيرة قطرها حوالى ١½ بوصة وبعدها عن الشمس ١½ ميل .

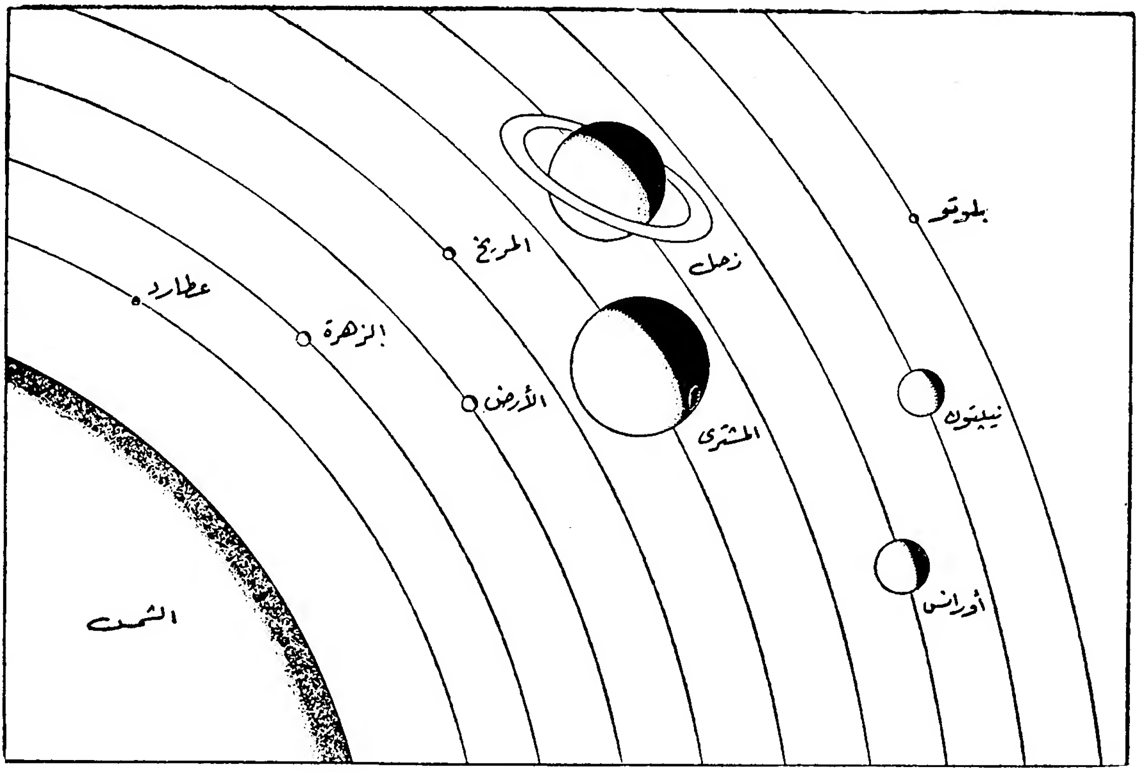
وننتقل الآن الى الكواكب الأربعة الكبرى حيث نجد أن أحجامها وأبعادها عن الشمس تكون بنفس المعيار كما يأتى :

المشترى — ٥ أقدام فى القطر وبعده حوالى ٥¼ أميال .

زحل — ٤ أقدام و ٢ بوصة وبعده ٩½ أميال .

أورانس — ٢٢ بوصة تقريبا وعلى بعد ١٩ ميلا .

نبتون — ٢١ بوصة وعلى بعد ٣٠ ميلا .



لقد حفظت النسبة بين أحجام الكواكب المثلة فى هذا الشكل التخطيطى . ولكن لم تحفظ النسبة بين أبعادها . ويعطى الجدول المقدم على صفحة ١٦٣ مزيدا من البيانات عن الكواكب .

أما بلوتو فانه سيظهر على هيئة كوكب صغير لا يزيد قطره بهذه النسب عن ٥ بوصات ، وبعده عن الشمس ٤١ ميلا .

عطارد : قريب من الشمس ويحيط به من ضوئها وهج شديد بحيث يصعب على معظم سكان المدن مشاهدته الا نادرا . ولابد أن نبحث عن هذا الكوكب على الأفق الغربى بعد غروب الشمس مباشرة ، أو على الأفق الشرقى قبل شروق الشمس مباشرة . ومما يزيد فى هذه الصعوبة أن عطارد كوكب صغير نوعا ، ولو أنه سقط فى المحيط الأطلسى لما استطاع أن يلمس شاطئيه .

ويتم عطارد رحلته حول الشمس فى ثمانية وثمانين يوما مع بقاء نفس الوجه مواليا للشمس طيلة الوقت . وهذا الوجه ، الذى تغمره أشعة الشمس القريبة ، لابد أن يكون شديد الحرارة . وتدل القياسات الحديثة المأخوذة بطريقة تسمى المزدوج الحرارى Thermo - couple خلال تليسكوب مونت ويلسن العاكس ذى مائة البوصة على أن درجة حرارة سطح عطارد تبلغ نحو ٧٧٠ درجة فهرنهيت ، وهى حرارة تكفى لصهر الرصاص .

ولا يعرف العلماء على وجه التأكيد هل عطارد محاط بغلاف جوى أم لا .

الزهرة : يمكن أن تسمى الزهرة بالكوكب الغامض ، ويرجع ذلك الى أنه حتى باستخدام أحسن مالدينا من المناظير المقربة، فاننا لا نستطيع أن نخترق مايحيط بسطحه من السحب فى جميع الأوقات . ومع ذلك فاننا نعرف أن الزهرة تتحرك فى فلك يقع بين عطارد والأرض ، وأنها تستغرق فى رحلتها حول الشمس ٢٢٤ر٧ يوما ، وأن حجمها يساوى حجم الأرض تقريبا ؛ اذ لا يقل قطرها عن قطر الأرض بأكثر من ٣٠٠ ميل . وهى مسماة على اسم فينوس الهة الحب لدى الاغريقيين.

وتعد الزهرة ألمع الأشياء فى السماء باستثناء الشمس والقمر .

ان ذلك تقريبا هو كل مانعلمه عن هذا الكوكب الغامض . ونحن لا نعلم هل على سطح الزهرة قارات أو محيطات؟وقد ظلت مشكلة طول اليوم على كوكب الزهرة من الأمور الغامضة لدى العلماء . فالسحب الكثيفة التى تحيط بها جعلت

من المستحيل مشاهدة أى من العلامات السطحية التى تمكننا من تحديد فترة دورانه حول نفسه • ومع ذلك فان الدكتور أودوين دولفاس الذى يعمل فى مرصد ميدون أعلن فى عام ١٩٥٥ بعد دراسة قام بها لمدة عشر سنوات حول هذه المشكلة ، وباستخدام أساليب خاصة لتحديد أماكن معينة على سطح الزهرة عن طريق ما يوجد فى طبقة السحب العليا من الفجوات ، أنه يعتقد أن دورة الزهرة حول نفسها تستغرق ٢٢٤٫٧ يوما ، وهى نفس الفترة التى يستغرقها هذا الكوكب ليتم دورته حول الشمس • وهذا معناه أن الزهرة ، مثل عطارد ، تولى دائما وجها واحدا نحو الشمس • وهى فى ذلك تشبه القمر الذى يولى نفس الوجه بصورة دائمه نحو الأرض •

ويرى كثير من الناس احتمال وجود الحياة على الزهرة • ولكن ليس لدينا دليل على وجود أى حياة فوق هذا الكوكب ، بل ان لدينا أدلة على عكس ذلك • فهنالك أولا ماتدل عليه البحوث حول جو الزهرة باستخدام آلة تسمى السبكتروسكوب وهو جهاز تحليل الطيف من أن هناك نسبة عالية من غاز الكربونيك ، وليس هنالك مايدل على وجود الأوكسجين أو الماء • وهنالك ثانيا ذلك الجو المغيم الذى يحتمل أن يقوم بدور الدثار ، فيعمل على الاحتفاظ بحرارة الشمس ، ويقدر أن درجة الحرارة على سطح الزهرة تبلغ من الارتفاع حدا يكفى لغليان الماء • وفى مثل هذه الظروف تكون الحياة ، بالمعنى الذى نفهمه على الأقل أمرا مستحيلا •

الأرض : من الطريف مقارنة الاجابات التى يتقدم بها الأطفال فى الأجيال المختلفة عن سؤال : « كيف نعرف أن الأرض كروية ؟ » فمنذ نصف قرن كانت الاجابة السائدة عن هذا السؤال تدور حول قصة كولمبس الذى شاهد أن السفن المسافرة عبر الأفق كان شراعها آخر مايختفى منها • أما فى عشرات السنين الأخيرة فقد كانت الاجابة عن هذا السؤال هى : «اننا نستطيع أن نطير حولها» ويستطيع الأطفال فى الوقت الحاضر أن يقولوا بكل دقة : « لأننا أخذنا صورا للأرض من احدى سفن الفضاء فثبت أنها كروية » •

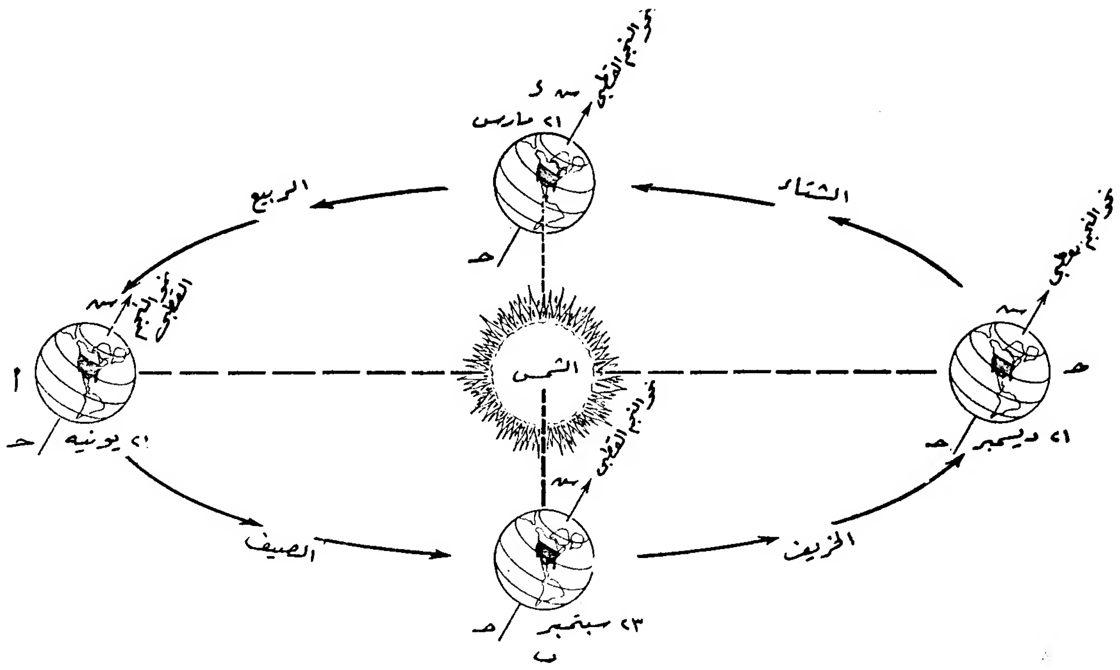
ولعله بالنسبة لأبناء الغد من رواد الفضاء سوف يكون هذا السؤال من النوع الأكاديمى لأنهم سوف يتمكنون من مشاهدة الأرض ككوكب فى الفضاء •

واذا قسنا كوكب الأرض فاننا نجد أنه ليس تام التكور : فالمسافة بين قطبيه وهى ٧٩٠٠ ميل تقل بنحو ٢٧ ميلا عن قطره الاستوائى • ويحتمل أن يكون هذا التفلطح الاستوائى الضئيل ناتجا عن دوران الأرض حول محورها القطبى •

وتسبح الأرض ـ وهى الكوكب الثالث تبعا لبعدها عن الشمس ـ فى فلكها بسرعة معدلها ٦٦٫٠٠٠ ميل فى الساعة ، لكى تتم دورتها السنوية البالغ طولها ٦٠٠ مليون ميل •

وليس هذا المدار كامل الاستدارة ، فهو بيضى الى حد قليل ، ولا تقع الشمس فى مركزه تماما • ويترتب على ذلك أن الأرض تكون أقرب الى الشمس فى الأول من شهر يناير • حيث يبلغ بعدها ٩١٫٥ مليون ميل ، وتكون أبعد عن الشمس فى الأول من شهر يوليو ، حيث يبلغ بعدها عنها ٩٤٫٥ مليون ميل • أما فى الأول من شهر ابريل ، والأول من شهر أكتوبر ، فتكون المسافة ٩٣ مليون ميل • وقد تكون هذه الأرقام مثيرة لتعجب أولئك الذين يزعمون أن الفصول تتحدد بالمسافة التى تفصل بين الأرض والشمس • وسوف نرى فيما يلى أسباب الفصول :

فبينما تقوم الأرض بدورتها السنوية حول الشمس ، فانها تدور فى نفس الوقت حول محورها ، فتتم فى هذه الفترة ٣٦٥¼ دورة • والأماكن التى تقع على خط الاستواء تدور مع دورة الأرض حول نفسها بسرعة يبلغ معدلها ١٠٠٠ ميل فى الساعة . أما مدينة نيويورك ، التى



أسـباب الفصـول

تقع فى حوالى منتصف المسافة بين خط الاستواء والقطب الشمالى فتدور بمعدل ٨٠٠ ميل فى الساعة ٠

النهار والليل : لما كانت الأرض كرة صلبة، وكانت تستقبل الضوء من مصدر رئيسى واحد ، فانه لا يمكن أن يضاء منها فى نفس الوقت الا جانب واحـد ٠ فنصف الأرض الذى يستقبل الضوء يكون الوقت فيه نهارا بينما يكون الوقت فى النصف الآخر ليلا ٠ ولما كانت الأرض تدور حـول محورها ، فان النهار والليـل يتعاقبان بنظامهما المعتاد ٠

والحركة الظاهرة اليوميـة للشمس عبر السماء من الشرق الى الغرب ترجع بطبيعة الحال الى الدورة الفعلية للأرض من الغرب الى الشرق ٠

الفصول : لكى نضـع المسأله فى أبسط صورها ، نستطيع أن نقول ان الفصول المختلفة فى المكان الذى تعيش فيه تتحدد بالفروق فى كمية الحرارة المستقبلة من الشمس فى الأوقات المختلفة من السـنة ٠ ويمكنك أن تتأمل لبرهة قصيرة قدما مربعة واحدة من الأرض الفضاء فى منطقتك ٠ فبصرف النظر عن الظروف المحلية ، فان كمية الحرارة التى يستقبلها يوميا هذا المربع المحدد سوف تتوقف على عاملين :

١ ــ عدد الساعات التى يستقبلها من الضوء ٠
٢ ــ قوة ضوء الشمس الذى يستقبله ٠

والنقطة الأولى تشير الى أنه فى زمن الصيف يكون النهار أكثر طولا ، وهذا معناه عدد أكبر من ساعات الاضاءة لامداد التربة والصخور والماء بالحرارة ٠

والنقطة الثانيـة تشير الى أنه فى أثناء الصيف عندما تكون الشمس عالية فى السماء ، فان قوة ضوء الشـمس المستقبل تكون أعظم لأن أشعتها تصيب هـذا الجزء من الأرض بصـورة مباشرة ٠ وفى الشتاء عندما تكون الشمس أكثر انخفاضا فى السماء . فان أشعة الشمس تأتى الينا بميل ٠ وهـذه الأشعة المائلة تنتشر على

مساحة من سطح الأرض أكبر من تلك التى تنتشر عليها الأشعة التى تسقط عموديا . وعلى ذلك فانها تعطى حرارة أقل (انظر التجربة والرسم ، صفحة ١٨٠) • وفضلا عن ذلك فان الأشعة المائلة تقطع خلال الغلاف الجوى مسافة أكبر من تلك التى تقطعها الأشعة العمودية • وكلما زاد الهواء الذى تنتقل خلاله زاد امتصاص قدر أكبر من الطاقة خلال الطريق وبقى منها قدر أقل لكى يمد الأرض بالحرارة •

ولكننا لم نبين حتى الآن لماذا يختلف طول الأيام ، أو لماذا تكون أشعة الشمس أكثر عمودية ومباشرة فى بعض الأوقات عنها فى بعضها الآخر• ولفهم ذلك يجب أن نترك مربعنا الصغير الذى مساحته قدم واحدة ونسلط أنظارنا فى الفضاء على منظر الأرض بالنسبة الى الشمس • والشكل التخطيطى المرافق سوف يساعدنا على معرفة موضع الأرض فى الفصول المختلفة ، فلنحاول أن نهتدى بثلاث حقائق هامة عن الفضاء :

١ – تتحرك الأرض ، كما رأينا ، فى فلك حول الشمس •

٢ – ليس محور الأرض عموديا بالنسبة الى مستوى هذا الفلك ، انه مائل مثل برج بيزا •

٣ – يشير محور الأرض دائما الى نفس الاتجاه فى الفضاء – الى القطب الشمالى •

وبسبب هذه العوامل الثلاثة فان النصفين الكرويين الشمالى والجنوبى يميلان بالتبادل مرة نحو الشمس ومرة بعيدا عنها •

والفصول المبينة فى الشكل هى الفصول التى تحدث فى نصف الكرة الشمالى • ومراعاة للبساطة فاننا سوف نكتفى بالاشارة الى نصف الكرةالشمالى عند مناقشة تتابع الفصول فيما يلى:

فى الوضع أ (٢١ يونيو) يكون نصف الكرة الشمالى مائلا نحو الشمس • ويكون الجزء المحيط بالقطب الشمالى فى نهار مستمر ، برغم الدورة اليومية للأرض • فلا يكون هنالك ليل فى البقعة التى تطلع فيها الشمس فى منتصف الليل فى ذلك الجزء من السنة • وكلما اتجهنا جنوبا ، فان عدد ساعات النهار يتراوح بين ٢٤ ساعة عند القطب الشمالى و ١٢ ساعة عند خط الاستواء • ويكون نصف الكرة الجنوبى شتاء فى ذلك الوقت ، كما تكون منطقة القطب الجنوبى فى منتصف فترة ليلها الذى يمتد ستة أشهر •

وعلى ذلك فان الوضع المائل للأرض يسبب طول النهار خلال هذه الفترة ، كما أنه يعرض نصف الكرة الشمالى الى الأشعة القوية المباشرة للشمس مما يسبب الدفء فى هذا الجزء من الأرض • ونستطيع أن نلخص ذلك بايجاز فنقول ان النهار الطويل والأشعةالقوية يعطياننا الصيف.

فلنترك الوضع (ب) برهة قصيرة ونذهب الى الوضع (ج) (٢١ من ديسمبر) فبمقارنته بما يحدث فى (أ) نجد أن كل شىء قد انعكس • فنصف الكرة الشمالى يميل بعيدا عن الشمس • والقطب الشمالى يكون فى ليل متصل • وعلى وجه العموم فان النهار يكون قصيرا والليل طويلا فى نصف الكرة الشمالى ، وأشعة الشمس تسقط بميل ، فالنهار القصير والأشعة المائلة تعطياننا الشتاء •

وفى الوضع (ب) (٢٣ سبتمبر) ، والوضع (د) (٢١ من مارس) لا يتجه محور الأرض نحو الشمس ولا بعيدا عنها • وبذلك يتساوى طول الليل والنهار على جميع سطح الأرض ولا تصل أشعة الشمس الى أى من النصفين الكرويين سواء الشمالى أو الجنوبى بدرجة أقوى مما تصل الى النصف الآخر •

المريخ : لقد أثار المريخ خيال الانسان أشد مما أثاره أى كوكب آخر • وكم وضع القصصيون والفلاسفة والعلماء من الفروض

والنظريات حول احتمال وجود حياة فوق هذا الكوكب .

وأولئك الذين يرجحون هذا الاحتمال يشيرون الى مابين الأرض والمريخ من التشابه : فطول اليوم فى المريخ يكاد يكون مطابقا لطوله لدينا ؛ فهو يبلغ ٢٤ ساعة ، ٣٧ دقيقة ؟

ويحيط بالمريخ غلاف جوى به سحب . ومحور المريخ منحرف بنفس زاوية انحراف محور الأرض ، محدثا بذلك تغيرات متشابهة فى فصول السنة . وقد ثبت حديثا أن القمم القطبية البيضاء تتكون من الجليد ، مما يدل على احتمال وجود الماء فوق هذا الكوكب . وبينما لا تصل درجات الحرارة فوقه الى ماتصل اليه من الارتفاع على سطح الأرض ، فانها تتراوح بين ٧٠ ، ٨٠ درجة فهرنهيت (بين حوالى ٢١ ، ٥ر٢٦م) بالقرب من منطقته الاستوائية . واختلافات الألوان التى تشاهد فى الفصول المختلفة ، قد تكون راجعة الى تغيرات فى حياة النبات . والخطوط التى تشبه القنوات ، والتى وصفها بعض الفلكيين قد تكون من صنع بعض الكائنات الذكية .

أما أولئك الذين لا يعتقدون بوجود حياة على المريخ ، فانهم يشيرون الى أن الغاز الوحيد الذى يمكن التحقق من وجوده فى جو المريخ هو ثانى أكسيد الكربون . فليس هنالك أثر للأوكسجين ، كما أنه ليس هنالك أثر لبخار الماء ، كما يشيرون الى أن متوسط درجة الحرارة فوق هذا الكوكب تتراوح بين ٣٠ ، ٣٥ درجة مئوية تحت الصفر (المتوسط فى حالة الأرض ١٥ درجة مئوية فوق الصفر) . وهم يشيرون الى الشواهد التى تدل على أن معظم هذا الكوكب صحراء جافة قاحلة تكتسحها عواصف ترابية كثيفة .

وبغض النظر عن هذا الجدل ، فان دراسة المريخ تعد من الأمور بالغة الطرافة والروعة . فقممه القطبية البيضاء تتقدم وتتراجع مع الفصول ، والعناصر الموجودة بمناطقه الصحراوية والتى تختلف ألوانها من الأصفر الفاتح الى الأحمر الطوبى تكسب المريخ لونه الوردى الخاص، وتساعد من يلاحظه على تعرفه فى السماء دون حاجة الى استخدام التليسكوب . والمساحات القائمة فوق هذا الكوكب تكون ألوانها رمادية أو زرقاء أو خضراء شتاء ، وتتحول الى ألوان سمراء ، بل أحيانا بنفسجية صيفا . ويدور حول المريخ قمران صغيران . أما أقربهما — وهو فوبوس — فيبلغ قطره عشرة أميال ويقطع دروته حول المريخ فى ثمانى ساعات . أما الثانى فهو دايموس وهو أكثر بعدا من سابقه ولا يزيد قطره على خمسة أميال وتستغرق دورته نحو ثلاثين ساعة .

وفى فترات تبلغ نحو ١٥ سنة ، تقترب مدارات كل من الأرض والمريخ مما يؤدى الى تقاربهما أحدهما من الآخر نسبيا بحيث لا تزيد المسافة بينهما على ٣٥ مليون ميل . وفى تلك الأوقات يوجه الفلكيون آلاتهم نحو المريخ ، محاولين أن يجدوا حلا لكثير من المشكلات



لا يتفق العلماء فى تفسيرهم للعلامات الموجودة على المريخ ، والتى نشاهدها هنا . وتنمو كقلنسوة الثلج القطبية الموضحة هنا فى شتاء المريخ وتتراجع فى الصيف .

المتعلقة به التى لا يعرفون لها حلا • وقد تهيأت هذه الفرصة فى يوليو عام ١٩٣٩ . وكذلك فى سبتمبر عام ١٩٥٦ وسـوف تتهيأ فى أغسطس عام ١٩٧١ •

الكويكبات : توجد مجموعة تبلغ الآلاف من الكويكبات الصـغيرة فى منطقة متسعة تقع بين فلكى المريخ والمشـترى . وقـد قـام الفلكيون بتسـجيل ١٥٠٠ كويكبة من هـذه الكويكبات وتسـميتها وهـذه يتراوح حجمها مابين ميـل و ٥٠٠ ميل • وكان أكبرها وأولها اكتشافا هـو « سـيرز » Ceres ويظهر أن الكويكبات ليس عليها ماء ولا هواء ولا دفء . ويعتقد أنها قد نشأت بسبب تحطم أحد الكواكب •

المشترى : ان الكواكب الأربعة التالية التى سـوف ندرسـها هى أضخم كواكب المجمـوعة الشمسية ، وهى تختلف عن الكواكب القريبة من الشمس ، لا فى حجمها فحسب ، بل فى سرعة دورانها أيضا • فهى تستغرق مالا يزيد على فترة تتراوح بين عشر ساعات وخمس عشرة ساعة لكى تتم دورتها اليومية • ويحيـط بها جميعا أجـواء عميقة بحيث لا نستطيع أن نعرف أين يبدأ الجزء الصـلب من كل منها • وباستثناء نبتون فلها جميعا أقمار عديدة •

ويتخذ مركز القيادة بين العمالقة من هذه الكواكب كوكب المشترى الذى يبلغ قطره ١١ ضعفا من قطر الأرض • وقد سمى هذا الكوكب باسم أقوى آلهة الاغريق (جوبيتر) • وبالنسبة للعين المجردة كثيرا مايكون المشترى أشد الأجسام التى تشاهد فى السماء بريقا ، وكثيرا مايخلط بينه وبين الزهرة • ولكن الزهرة تغرب بعد الشمس بوقت وجيز ، أما المشترى فيغرب متأخرا ، بحيث لا تصعب التفرقة بينهما • ومن خلال التليسكوب نستطيع أن نرى المشترى تحيط به دوائر صفراء وسـمراء وبرتقالية ، تفصـلها دوائر قاتمـة ، وجميعها موازية لخطه الاستوائى • ويدل الفحص الدقيق الذى يقوم به الفليكون على أن هذه الدوائر لا تقع على الجزء الصلب من المشترى . ولكن يبدو أنها تطفو فى المحيط الجوى العميق الذى يحيط بهذا الكوكب • ويقع خارج هذا المحيـط الجوى اثنا عشر قمرا تدور حول المشترى •

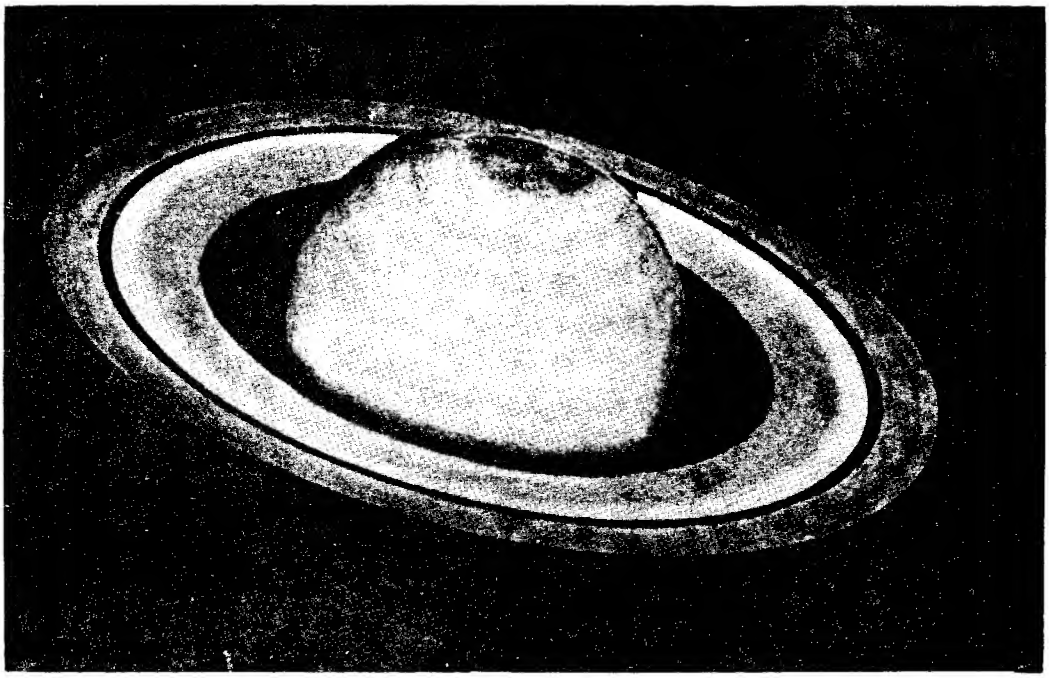
والمـواد الكيموية التى تدخـل فى تركيب هذا الكوكب المخطط قد استأثرت بجانب كبير من اهتمام العلماء • ويظن أن للمشترى جزاء مركزيا صغيرا صلبا من الصخور والمعادن ، تغطية طبقة سـميكة من الجليد والنوشـادر المتجمد ، يعلوها بحر هائل من الميثان (غاز المستنقعات) المتجمد ويحيط بكل ذلك غلاف من الايدروجين والهليوم والنوشادر الغازى والميثان •

وهذه المواد ، التى تجعل الانسان يتذكر معملا كيمويا تنبعث منه الغازات ، بالاضافة الى درجـة الحرارة السطحية التى تقـدر بنحو ٢١٠ درجة فهرنهيت تحت الصفر (١٣٥ درجة مئوية تحت الصفر) ، لا تجعل من هذا الكوكب محطة مناسبة تجتذب رواد الفضاء ، وحتى اذا قرروا الاغضاء عن هذه العوائق ، فان الرحلة من الأرض الى المشترى بسرعة ١٠٠٠ ميل فى الساعة سوف تستغرق ٤٠ سنة •

زحل : عندما يشاهد زحل من خلال المنظار المقرب فان منظره يعد من المناظر التى لا تنسى • ويتميز هـذا الكوكب عن كواكب المجمـوعة الشـمسية بوجود دوائر أو حلقات واسعة رقيقة تدور حول خطه الاستوائى • وقد كان يعتقد أن هذه الدوائر تتكون من قطع من الصـخور التى ربما تكون قد نشأت بسبب تحطم أحـد الأقمار التى اقتربت من هذا الكوكب بدرجة كبيرة •

ويوجد ثلاث من هـذه الحلقات ذات المركز المشترك ، يدور كل منها بسرعة مختلفة • ومع ذلك ففى أغسطس عام ١٩٥٧ أعلن جيراردكويبر ـ وهو أحـد الفلكيين فى جامعة شيكاجو ـ أن دراسته لهذه الدوائر تجعله يعتقد أنها تتكون من بلورات ثلجية •

وزحل ـ وهو أحد عمالقة الكواكب ـ يتبعه



شكل يوضح زحل كما يشاهد بوساطة تلسكوب عاكس ذى أربعين بوصة . تعد مشاهدة هذا الكوكب — حتى بتلسكوب أضعف من ذلك — من المناظر الرائعة .

تسعة أقمار . وأحدهما — وهو تيتان — أكبر من قمرنا ، ويمتاز بأنه الوحيد من بين أقمار المجموعة الشمسية البالغ عددها واحدا وثلاثين قمرا ، الذى تدلنا بحوثنا على أن له غلافا جويا .

أورانس : ان جميع الكواكب التى وصفناها فيما سبق كانت معروفة لدى الأقدمين . أما الثلاثة التالية ، وهى أورانس ، ونبتون ، وبلوتو ، التى تدور فى المنطقة الباردة الخارجية من المجموعة الشمسية ، فقد اكتشفها الفلكيون بمساعدة المناظير المقربة . ويبلغ بعد أورانس عن الشمس عشرين ضعفا للمسافة بين الأرض والشمس ، وبعد نبتون ثلاثين ضعفا ، وبعد بلوتو أربعين ضعفا . ومن هذه الكواكب تشاهد الشمس صغيرة جدا بحيث لا يمكن تمييزها عن النجوم الأخرى .

وقد اكتشف أورانس عام ١٧٨١ ، حين اكتشفه الفلكى ويليام هرشل الذى لاحظ فى أثناء قيامه بدراسة مسحية منتظمة للنجوم ، أن واحدا منها يأبى أن يستقر فى موضعه . وكوكب أورانس الذى لا يكاد يرى بالعين المجردة يبدو من خلال التليسكوبات القوية فى صورة جسم صغير أخضر اللون عليه خطوط متوازية باهتة .

وبخلاف جميع الكواكب الأخرى التى تدور كالنحلة على الأفاريز الوهمية لأفلاكها ، فان أورانس يدور كأنه نحلة ساقطة متدحرجا حول فلكه .

نبتون : اذا كان اكتشاف أورانس يمكن أن يعد مصادفة ، فليس من الممكن اعتبار نبتون كذلك . فلقد اكتشف هذا الكوكب عندما لاحظ الفلكيون أن أورانس لم يكن يدور فى الفلك الذى توقعوه له فقد لاحظوا أنه يميل قليلا فى مداره كما لو كان واقعا تحت جاذبية كوكب آخر . وفى عام ١٨٤٦ حسب كل من أدمز وليفرير — مستقلين أحدهما عن الآخر — الموضع الدقيق الذى ينبغى أن يكون فيه ذلك الكوكب المجهول . وعندما سلطت التليسكوبات على ذلك الموضع فى الوقت المحدد تم اكتشاف الكوكب نبتون .

ويتبع نبتون قمران ؛ أكبرهما — وهو تريتون — فى حجم الكوكب عطارد .

بلوتو : تم اكتشاف بلوتو بنفس الطريقة تقريبا التى تم بها اكتشاف نبتون ؛ فلقد تم التنبؤ بوجوده بسبب انحراف نبتون عن المدار الذى تحدده حسابات الفلكيين . وبلوتو هو

أكثر الكواكب التي تم اكتشافها حتى الآن اتجاها الى الخارج ، وهو يستغرق ٢٤٨ سنة لكى يتم دورته حول الشمس • ومنذ اكتشافه عام ١٩٣٠ لم نستطع أن نشاهد الا جزءا بسيطا من مداره •

وحديثا بدأ يظهر الشك فى اعتبار بلوتو أحد الكواكب • فان الدكتور جيراردكويبر يعتبر أن بلوتو كان أحد الأقمار التابعة لنبتون وانفلتت منه وهو يقيم رأيه فى تنزيل مرتبة بلوتو من كوكب الى قمر على أساس ماتم اكتشافه حديثا من أن بلوتو يستغرق أكثر من ستة أيام بقليل لكى يتم دورته حول نفسه • أما الكواكب الأربعة الخارجية الأخرى فانها كما ذكرنا من قبل تستغرق فترة تتراوح بين ١٠ ، ١٥ ساعة لكى تتم دورتها حول نفسها • ويؤيد هذا الرأى ، من وجهة نظر الدكتور كويبر الآراء القديمة التى ألقت شكوكا من قبل حول اعتبار بلوتو أحد الكواكب • ومع ذلك فان بعض الفلكيين الآخرين لا يقبلون هذا الرأى ويصرون على اعتبار بلوتو كوكبا من بين الكواكب •

وماذا وراء بلوتو ؟ هل هنالك كواكب أخرى فى مجموعتنا الشمسية ؟ أن بعض العلماء يعتقدون ذلك • انهم يشعرون أنه لابد أن يكون هنالك جسم أكبر من بلوتو ، يعد مسئولا عن انحراف نبتون عن مداره الذى تحدده الحسابات .

وربما تكتشف كواكب أخرى فى المناطق الخارجية من المجموعة الشمسية على أيدى الفلكيين الذين يقومون بفحص السماء فحصا دقيقا مستخدمين فى ذلك المناظير المقربة المحسنة •

هل توجدكواكب خارج المجموعة الشمسية؟ ان العلماء يفترضون أنه مادامت النجوم شموسا ، فمن الممكن أن تكون لها مجموعات من الكواكب حولها • وآلاتنا الحالية ليست مع ذلك قادرة على اكتشاف مثل تلك الكواكب التى تتبع حتى أقرب النجوم الينا •

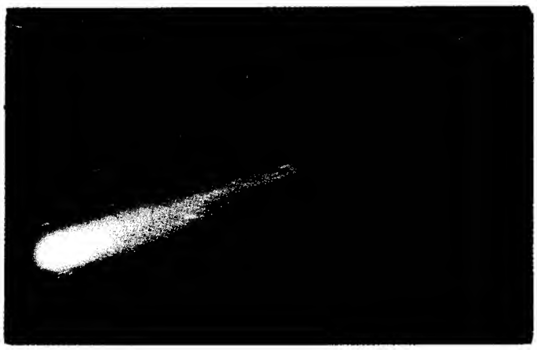
ملخص بالحقائق حول المجموعة الشمسية

		متوسط بعده عن الشمس	طول السنة	طول اليوم	
اسم الكوكب	قطره بالأميال	بملايين الأميال	الدورة حول الشمس	الدورة حول نفسه	عدد الأقمار
عطارد	٣٫٠١٠	٣٦	٨٨ يوما	٨٨ يوما	•
الزهرة	٧٫٦١٠	٦٧	٢٢٥ يوما	٢٢٥ يوما	•
الأرض	٧٫٩١٨	٩٣	٣٦٥¼ يوما	١ يوم	١
المريخ	٤٫١٤٠	١٤٠	٦٨٧ يوما	١ يوم	٢
المشترى	٨٦٫٩٠٠	٤٨٠	١١٫٩ سنة	١٠ ساعات	١٢
زحل	٧١٫٥٠٠	٨٩٠	٢٩٫٥ سنة	١٠ ساعات	٩
أورانس	٢٩٫٥٠٠	١٫٨٠٠	٨٤ سنة	١١ ساعة	٥
نبتون	٢٦٫٨٠٠	٢٫٨٠٠	١٦٤٫٨ سنة	١٦ ساعة	٢
بلوتو	٣٫٧٠٠	٣٫٧٠٠	٢٤٨٫٤ سنة	٦ أيام	•

المذنبات : عندما ظهر مذنب « هالى » فى السماء عام ١٩١٠ ، اعتبره آلاف من الناس نذير شؤم . وكان هؤلاء الناس السذج يصورون نوعا من المخاوف التى ترجع الى تاريخ قديم . لقد اجتاح الخوف من أن تكون هذه الظاهرة نذيرا بنهاية العالم كثيرا من الناس الذين ظنوا أن ذنب المذنب سوف يملأ الأرض بالغازات السامة ويقضى بذلك على البشر كما لو كانوا قد وضعوا داخل غرفة هائلة مميتة .

وعندما وجد الناس أنفسهم أحياء بعد توقع الكارثة المنتظرة ، كان من دواعى سرورهم أن ينسوا كل شيء عن هذا الأمر . ومع ذلك فان قليلين ممن استولى عليهم حب الاستطلاع شغلوا بهذا الأمر ووجدوا أن المادة السامة التى فى ذيل النجم المذنب بلغت من التخفيف فى الفضاء درجة لم تستطع معها أدق الآلات أن تكتشفها فى الغلاف الجوى المحيط بالأرض بعد مرور المذنب .

ويعد مذنب « هالى » ـ الذى اتخذ اسم الفلكى الانجليزى آدمون هالى ـ أشهر المذنبات جميعا . وكان « هالى » أول من أدرك أن المذنبات



اخذت هذه الصورة لمذنب هالى بوساطة تلسكوب ـ ويستطيع الفلكيون ان يتنبأوا بعودة ظهور المذنبات بدقة بالغة وتدل الخطوط القصيرة البيضاء فى هذه الصورة التى اخذت على مدى زمنى طويل على مسارات النجوم كما تشاهد عندما تدور الأرض .

تعد أعضاء حقيقية من أسرة المجموعة الشمسية ، وليست أجساما داخلية منبعثة من الفضاء الخارجى . والمذنبات تدور فى أفلاك حول الشمس فى فترات منظمة . ومع ذلك فانها تختلف عن الكواكب فى عدد من النواحى الهامة . فللمذنبات عادة أفلاك بيضية بالغة الاستطالة ، مما يقربها من الشمس عند نهاية احدى دوراتها فى الفضاء ، ثم يبعدها عنها خارج نطاق جميع الكواكب المعروفة عند النهاية الأخرى للدورة . وعندما تكون هذه المذنبات قريبة من الشمس ، فان ذلك يكون هو الوقت الذى نستطيع أن نشاهدها فيه .

والمذنبات التى تحظى بأعظم الاهتمام هى تلك التى تتكون من رأس وذنب طويل . وبرغم أن الرأس هو أكثر الأجزاء ثباتا ، فان فيه قليلا من المادة لأنه يتكون من قطع صغيرة من الصخور ورماد وبعض الغازات . ورأس المذنب أقل كثافة من الغلاف الجوى للأرض ، فهو يبلغ درجة من الرقة تسمح بمشاهدة النجوم من خلاله ، وهو يلمع مثل الكواكب نتيجة لانعكاس ضوء الشمس عليه .

ويتكون ذيل المذنب عندما يقترب المذنب من الشمس . ويعتقد أن هذا يحدث بطريقة عجيبة . فالأشعة القوية لضوء الشمس تحدث ضغطا على الجزيئات الدقيقة التى بالرأس مما يؤدى الى انطلاق هذا الذنب الطويل ذى المشهد الرائع نحو الخارج . وقد يمتد الذنب ملايين الأميال عبر السماء ، ويكون الذنب دائما فى الاتجاه البعيد عن الشمس ، فعندما يقترب المذنب من الشمس يكون الذنب خلف الرأس . وعندما يبتعد عن الشمس ، يكون الذيل سابقا له . ويتوهج الذنب أساسا بسبب الضوء الذى ينبعث من الغازات التى فيه ؛ فهو يشبه فى ذلك مايحدث فى مصابيح النيون الكهربية .

وتتحرك المذنبات بسرعة هائلة ، وبخاصة عندما تكون قريبة من الشمس ، ومع ذلك فانها لا تتحرك حركة خاطفة كحركة الصواريخ كما

يظن بعض الناس ، ومن الممكن أن تشاهد على مدى أيام وأسابيع ، بل شهور ، فى مداراتها حول الشمس • ومعظم المذنبات أجسام صغار فى السماء وتحتاج الى منظار مقرب لكى يساعد على التمييز بينها وبين النجوم •

وبعض المذنبات ـ مثل مذنب انك Encke ـ تعود بسرعة • ولهذا المذنب بالذات مدار شبه دائرى ، وهو يعود كل ثلاث سنوات وثلث سنة • وعلى نقيض ذلك يتحرك مذنب « هالى » فى مدار أكثر استطالة ، ويعود كل ٧٦ سنة • وهو على موعد معك فى سنة ١٩٨٦ •

الشهب : اذا كان هنالك زوار من الفضاء الخارجى فتلك هى الشهب التى تطير فى جو الأرض • انها تشاهد فى الليالى الصافية ، وبخاصة فى أوقات معينة من السنة • وهى تلمع عبر السماء وتجعل الناس يتعجبون قائلين : « انظر الى هذا النجم الهابط ! » ان هذه الأجسام الهابطة ليست فى الواقع نجوما ، بل شهبا • وهى أجزاء من المواد تختلف فى أحجامها من حبة الرمل الى كتلة الصخر التى يبلغ وزنها عددا كبيرا من الأطنان • ووميض الضوء الذى نشاهده ليس بعيدا فى أجواز الفضاء الملىء بالنجوم ، فبعده عنا لا يزيد على ٦٠ ميلا أو نحو ذلك فى غلافنا الجوى •

وعندما تسخن الشهب نتيجة احتكاكها بالهواء فانها تومض وميضا شديدا وتكفى الحرارة الناتجة عن ذلك لكى تجعل معظم الملايين من الشهب التى تدخل الغلاف الجوى للأرض يوميا تتبخر أو تحترق ، بحيث لا يصل منها الى سطح الأرض الا غبارها الدقيق • أما تلك التى تصل الى الأرض فى هيئة كتل صلبة ، فتسمى بالنيازك. وأكبر النيازك التى عرفت حتى الآن يبلغ وزنها نحو ٣٠ طنا •

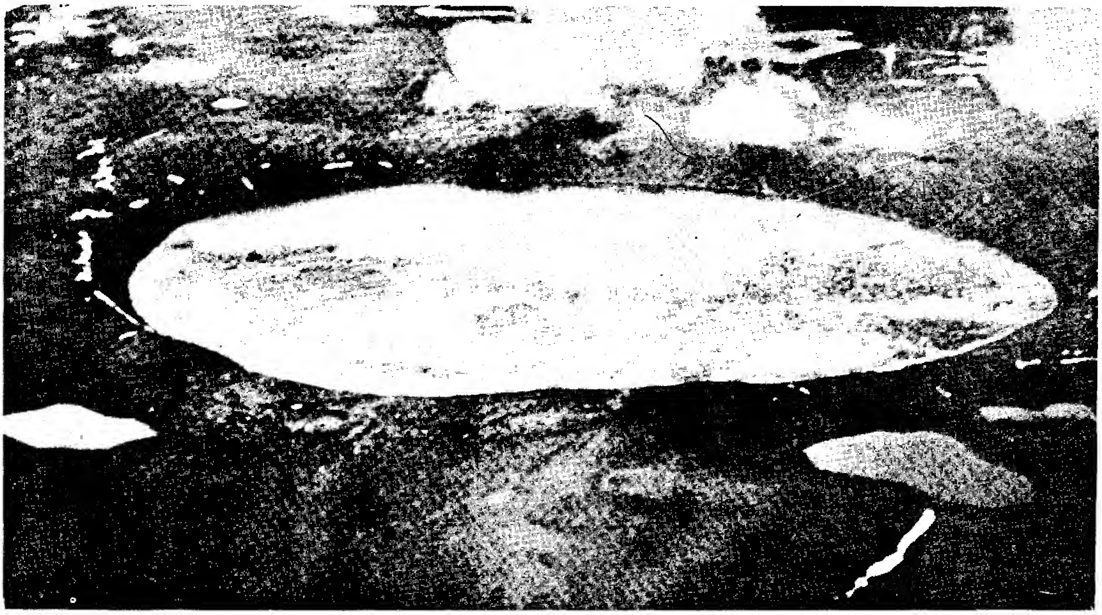
والنيازك الكبرى كانت فى الغالب هى المسئولة عن الفوهة الكبرى المعروفة فى ولاية أريزونا بالولايات المتحدة ، وهى الفوهة التى يبلغ قطرها ميلا وعمقها ٦٠٠ قدم • كما أنها هى المسئولة عن الفوهة الشهابية التى اكتشفت حديثا فى كندا ، وتجد صورة لها فى الصفحة المقابلة • والشهب مماثلة فى تركيبها للصخور • فهنالك نوع شائع منها معدنى التركيب ، يتكون من الحديد والنيكل • وهناك نوع آخر حجرى يتكون من البازلت •

وتنتشر خلال المجموعة الشمسية بلايين الشهب التى يتحرك بعضها منفردا ويتحرك بعضها الآخر فى جماعات • وتلك الجماعات كما افترضنا فى الفصل السابق ربما تكون قد نشأت عن تحطم أحد المذنبات • وعندما تقطع الأرض مسار احدى هذه الجماعات فاننا نحصل على سيل من الشهب • وتتخذ هذه السيول من الشهب أسماءها تبعا للمجموعات التى يعتقد أن هذه الشهب تنبعث منها كما يبدو من اتجاهها فى أسماءها تبعا للمجموعات التى يعتقد أن هذه Leonids يسمى تبعا لمجموعة ليو Leo .

وسيل الشهب يمكن أن يراه كل انسان ؛ اذ لا يلزم استخدام منظار مقرب لمشاهدته فترقب البرسيدس Perseids (فى الفترة من ١٠ الى ١٤ من أغسطس ، والأورينيدز Orionids فى الفترة من ١٨ الى ٢٣ من أكتوبر ، والليونيدز فى الفترة من ١٤ الى ١٨ من نوفمبر ، والجيمينيدز Geminids فى الفترة من ١٠ الى ١٣ من ديسمبر.

القمر : لو أن فريقا من العلماء نزلوا فى يوم من الأيام على القمر ، فان مذكراتهم التى يدونون فيها تقاريرهم عما يشاهدونه سوف تكون الى حد ما كما يأتى :

تقرير عالم الأرصاد الجوية : الترسيب ـ منعدم • السحب : منعدمة • الرياح : منعدمة • درجة حرارة السطح : مرتفعة جدا فى أثناء

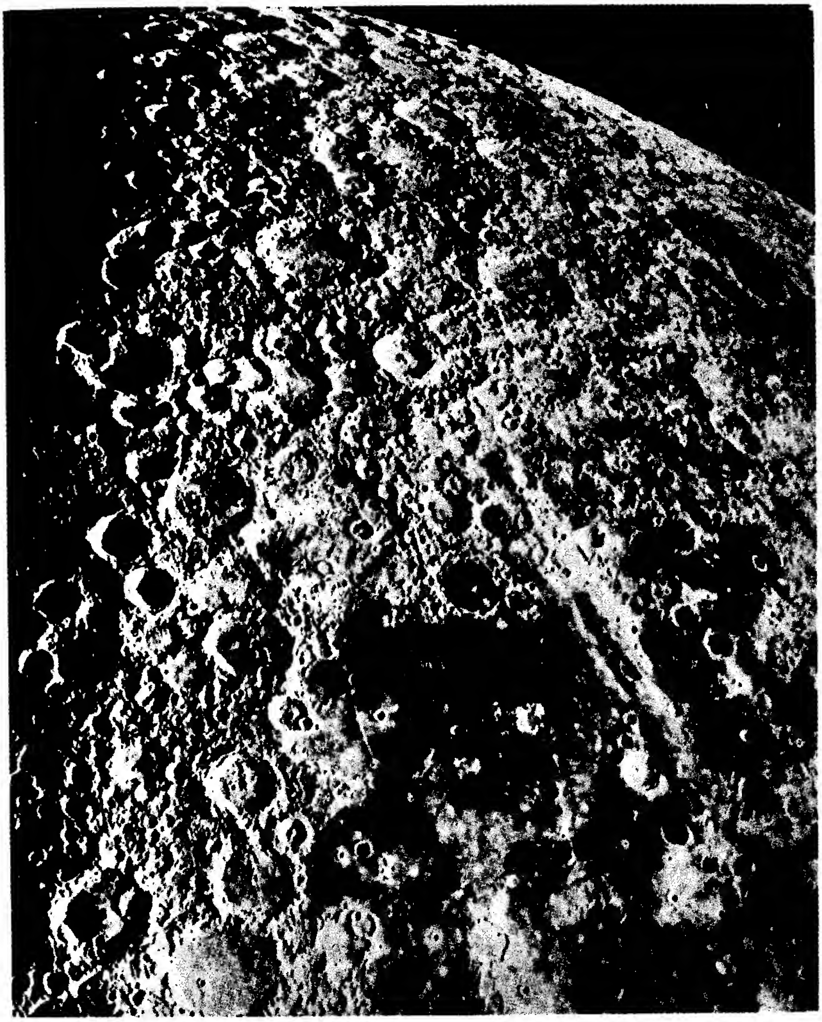


أعظم فوهة معروفة بالعالم مما أحدثته الشهب . وقد اكتشفت عام ١٩٥٠ وتقع في القسم الشمالي من منطقة كويبك بكندا . والفوهة التي تكاد تكون تامة الاستدارة قطرها ميلان ونصف وبها بحيرة قطرها ميلان ويبدوان البحيرات الصغرى القريبة قد كونتها قطع الشهب التي ضلت طريقها الى الفوهة الرئيسية .

النهار ، تصل الى ٢٥٠ درجة فهرنهيت (١٢٠°م) ، ومنخفضة جدا في أثناء الليل ، ناقص ٢١٥ درجة فهرنهيت (١٣٧° مئوية تحت الصفر) . الضغط البارومترى : صفر دائما . المظهر العام للسماء : مظلم باستمرار بسبب عدم وجود غلاف جوى يعمل على نشر الضوء . النجوم غائبة باستمرار ، الشمس قرص متوهج . التنبؤات : ثابتة لا تتغير الا عندما تتسبب الأرض في كسوف الشمس . تعليق غير رسمى : المكان يصلح للزيارة ولكنه لا يصلح للحياة .

تقرير عالم الفيزياء : الشخص الذى وزنه ١٨٠ رطلا بالميزان الزمبركى : وزنه ثلاثون رطلا. ارتفاع القفزة العالية التى يقفزها الرجل بحيث تصل الى خمس أقدام على سطح الأرض تصل فى حالة القمر الى : نحو ١٥ قدما . الغلاف الجوى : منعدم ، لا توجد جاذبية كافية للامساك بالهواء . انتقال الصوت : بواسطة الراديو فقط ، لا يوجد هواء ينقل الموجات الصوتية . اشعاع الشمس : شديد ، أشعة فوق بنفسجية وأشعة كونية . الأدوات التى يحتاج اليها : خزانات من الهواء ، ملابس عازلة . نظارات قاتمة ، أجهزة ارسال واستقبال يدوية . المسافة الى الأرض : ٢٢٢٫٠٠٠ الى ٢٥٣٫٠٠٠ ميل ، وهى تستغرق من سفينة صاروخية تتحرك بسرعة ٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة نحو عشر ساعات لاتمام الرحلة .

تقرير العالم الجيولوجى : الأنواع الرئيسية من التكوينات الأرضية : بحار ، سلاسل جبال ، فوهات براكين ، أخاديد صغيرة التكوينات الشعاعية . البحار : كبيرة رمادية ممهدة السطح أقتم لونا من باقى القمر ــ ليست ببحار ؛ اذ ليس فيها ماء ، وليس هنالك دليل على أنها كانت بحارا فى يوم من الأيام ، منظر الوجه الذى نشاهده فى القمر من الأرض يرجع الى وجود هذه المساحات القاتمة وسط السطح المضىء . سلاسل الجبال : متوسط الارتفاع من ٥٠٠٠ الى ١٢٠٠٠ قدم ، البعض يتراوح بين ٢٦٠٠٠ ، ٣٣٠٠٠ قدم (جبل افرست على سطح الأرض ارتفاعه ٢٩٠٠٠ قدم) ، معظم الجبال وعرة حادة الجوانب ، بعضها مستدير، أعظم سلسلة جبال : جبال ليبنتس بالقرب من القطب الجنوبى للقمر (تظهر فى خرائط القمر وصوره الفوتوغرافية) . الفوهات : ليس هنالك مايدل على أنها بركانية الأصل ، تكونت فى الغالب بسبب الشهب المتساقطة عليها . مثل الفوهات



جزء من سطح القمر كما يبدو خلال التلسكوب والمساحات السوداء السهلة أو السهول ، والفوهات البراقة تظهر واضحة فى الصورة .

الشهابية الموجودة فى أريزونا فى أمريكا . أجمل الفوهات هى : كوبرنيكس يحيط بها جدار دائرى يصل ارتفاعه فى أعلى نقطة الى ١٢٠٠٠ قدم القطر ٥٦ ميلا ، قاع الفوهة منخفض عن مستوى الأراضى المحيطة به ، معظم الفوهات لها قمم مركزية كبيرة **الأخاديد** : شقوق فى وجه القمر بعضها عريض ومسطح ، والبعض ضيق وعميق مثل أخدود كانيون العظيم . **التكوينات الشعاعية** تظهر على سطح القمر خطوطا بيضاء متوهجة يصل طولها مائة ميل ، تشع دائما من بعض الفوهات .

تقرير العالم الفلكى : **ظروف الابصار** : ممتازة ، الظروف مهيأة لدراسة الكواكب والنجوم دون انحراف أو تدخل من الجو ، الملاحظة ممكنة فى جميع الأوقات ، نهارا أو ليلا . **طول النهار والليل** : يبلغ طول كل منهما أسبوعين . **الفرصة لمشاهدة الأرض** : يمكن مشاهدة الأرض دائما على أحد جوانب القمر ، وتستحيل مشاهدتها من الجانب الآخر . **المظهر العام للأرض** : تبدو كأنها قمر كبير يبلغ حجمه أربعة أضعاف حجم القمر عندما تشاهده من الأرض . يمكن مشاهدة محيطات ، قارات ، غابات مظلمة ، قمم قطبية بيضاء ، سحب ، أنهار كبرى فى أثناء الليل بالقمر يلمع ضوء الأرض بقدر يكفى لاستخدامه فى القراءة . **الأرض لها أوجه** : الأرض الكاملة ، الرباعى الأول ، الأرض الهلالية ... الخ . **مظهر الشمس** ، قرص وضاء فى سماء قاعة فى لون القار. **الطبقات المحيطة بالشمس** يمكن مشاهدتها كما يمكن أيضا مشاهدة وهج بيضى الشكل يمتد من الشمس صوب الفضاء .

تقرير عالم الأحياء : **ليس هنالك أثر للحياة** ، سوانا .

أوجه القمر

ان كل من شاهد القمر من ليلة الى أخرى يعرف أنه يبدو متغيرا فى شـكله • واذا لوحظ القمر على مدى شهر ، فمن الممكن أن يشـاهد مختلفا من القمر المكتمل الى ربع القمر الى هلال بسيط ، ثم الى القمر الجديد (المحاق) ثم يلاحظ هلالا فربع قمر فقمرا مكتملا • وتعرف هـــذه التغيرات بأوجه القمر • فلنحاول أن نعرف ماذا يسببها •

ان القمر ، كالأرض ، يستقبل ضوءه من الشمس • فضوء القمر على ذلك ضـوء شـمس منعكس • والقمر مثل الأرض ، كـرة صـــلبة لا يضاء منها فى الوقت الواحد الا نصفها • ومع ذلك فاننا ، بسبب دوران القمر حول الأرض ، لا نستطيع أن نرى دائما نصفه المضاء • وعندما نرى النصف المضـــاء كله فاننا نسميه « البدر المكتمل • وعنـــدما لا نرى من الجـــزء المضـــاء الا نصفه فاننا نرى ربع القمر • وعنـــدما يكون الجزء المضاء كله بعيدا عن الأرض فانه يكون لدينا المحاق أو القمر الجديد • والتوضيحات المقترحة على الصفحات من ١٨٣ الى ١٨٤ سوف تعين على فهم أوجه القمر •

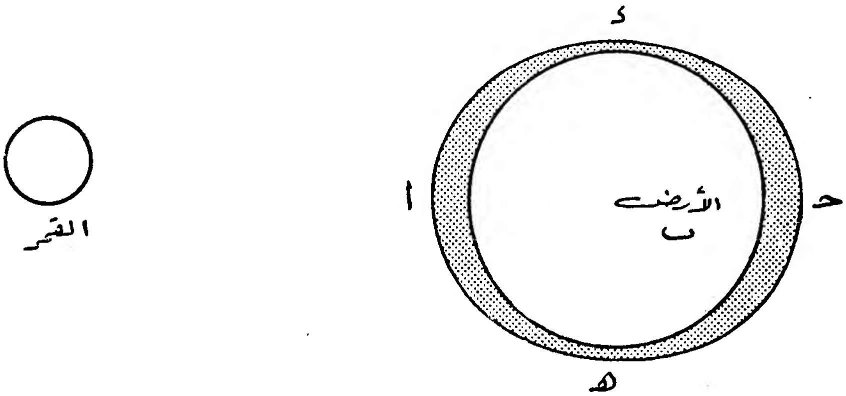
فاذا كنت تقرأ ذلك الآن فى البيت ، فانك تستطيع فهم أوجه القمر بسهولة اذا فعلت مايأتى:

أمسك ببرتقالة أو أى جســم مستدير فى احدى يديك بحيث لا تغطى أصابعك سطحه ، ان هذا الجسم يمثل القمر • اجعل مصباحا كهربيا موضوعا على المنضدة يمثل الشمس ، اجعل رأسك يمثل الأرض • واجه المصباح ممسكا بالبرتقالة أمامك فى مستوى أعلى من قمة رأسك بقليل • لاحظ أن جانب البرتقالة المواجه لك يكون مظلما، فهذا يمثل المحاق • ثم حرك البرتقالة فى الهواء ببطء نحو يسارك فى مدار دائرى • انظر اليها طيـــلة الوقت لـــكى ترى كيف أن الجـــزء الذى يضيئه المصباح من البرتقالة يزداد ثم يقل •

وقد يكون من المفيد أن تتذكر فى هـــذا المقـــام أن القمر يطل على الأرض دائمـا بنفس الوجه ، ولكن هذا الوجه لا يكون دائما مضاء • فاذا رســمت وجهـا على البرتقالة التى معك ثم أدرتها فى الهواء حول رأسك ، فانك تستطيع أن توضح ذلك لنفسك •

المـــد والجـــزر

ان المد والجزر من الظواهر التى تثير عجب



يمثل هذا الشكل منظر الأرض والقمر من موقع فى الفضاء فوق القطب الشـــمالى • والمحيط فى (جـ) يجذبه القمر أكثر مما يجذب الأرض محدثا بذلك مدا عاليا هنالك • ولكن الأرض (ب) تنجذب أكثر من المحيط فى (أ) مما يسبب انبعاج المحيط هنالك أيضا • ينسحب الماء فى أ ، جـ من د ، هـ ، محدثين منخفضين هنالك •

أولئك الذين يزورون شواطىء البحار لأول مرة ، ان التتابع المستمر للمد والجزر يجعل حافة البحر حدا دائم التغير ويختلف مدى المد والجزر اختلافا كبيرا فى الأماكن المختلفة ، وهو أمر يتعلق بطبيعة الشاطىء وطبيعة قاع المحيط • ففى المحيط المفتوح قد لا يزيد المد على قدمين أو ثلاث أقدام • وفى خليج كيب كود قد يصل المد الى عشر أقدام أو احدى عشرة قدما ، وفى خليج فندى الضيق فى نوفا سكوتيا قد يصل المد الى نحو ٦٠ قدما •

ويرتفع المد تدريجيا خلال فترة يبلغ مداها ست ساعات حتى يغطى الشواطىء المنحدرة ويرتفع فوق الصخور الشاطئية • ثم لمدة ست ساعات أخرى يتراجع الجزر •

وهنالك عاملان يسببان انتظام المد والجزر وهما : قوة الشد الناتجة عن جاذبية القمر (والشمس بدرجة أقل) ودوران الأرض حول نفسها • وسوف ندرس عامل الجاذبية أولا :

ان قانون الجاذبية يذهب فيما يذهب اليه الى أن كل جسم يجذب كل جسم آخر فى الكون• وعلى ذلك فان الأرض تجذب القمر ، والقمر يجذب الأرض • وجاذبية القمر ضعيفة نسبيا ولكنها تكفى لاحداث أثر فى جميع أجزاء الأرض ؛ فهى تؤثر فى الغلاف الجوى والمحيطات كما تؤثر فى الجزء الصلب • ولكن قانون الجاذبية يقرر أيضا أن قوة الشد تتوقف جزئيا على المسافة بين الجسمين ، فهى تزداد فى حالة الأجسام القريبة • ولهذا الأمر تأثير طريف فى الأرض ؛ فالمحيط الذى على الجانب من الأرض الذى يواجه القمر ، يكون ــ بسبب قربه من القمر ــ عرضة لقوة شد أكثر من الأرض فى مجموعها • ويترتب على ذلك أن يبرز المحيط عدة أقدام فى الجهة الموالية للقمر • وفى نفس الوقت يكون هنالك بروز آخر فى المحيط فى الجهة المقابلة من الأرض • ولن يسهل فهم ذلك حتى ندرك أن الجزء الصلب من الأرض ينجذب نحو القمر بقوة أكثر من المحيط الذى يقع على ذلك الجانب المقابل من الأرض • وعلى ذلك فان المياه الموجودة على ذلك الجانب تبرز بعيدة عن القمر •

والمياه المسحوبة فى النتوءين المذكورين لابد أن تسحب من مصدر ما • انها تأتى من مساحات المحيط التى بين هذين الوجهين ، مسببة انخفاضها • وعلى ذلك فانه فى أى وقت من الأوقات يكون لدينا ارتفاعان أو مدان كما هو موضح بالشكل ، وانخفاضان أو جزران فى محيطات الأرض •

واذا كانت الأرض لا تدور حول محورها ، فانه سوف يكون لدينا مدان دائمان ثابتان وجزران مشابهان ثابتان • ولكن الأرض تتم دورتها كل ٢٤ ساعة فتدير كل مكان بعد الآخر نحو جاذبية القمر المباشرة • وينتج عن ذلك توالى المد والجزر حول الأرض فى نظام ثابت • وفى كل ٢٤ ساعة تقريبا يحدث مد وجزر ثم مد وجزر •

ونقول تقريبا لأن القمر يغير هو الآخر من موضعه فى أثناء حركته فى فلكه حول الأرض • وينتج عن ذلك أن الفترة الزمنية التى تفصل بين مد وآخر لا تكون ١٢ ساعة فحسب ، بل ١٢ ساعة و ٢٦ دقيقة •

وتقدم الحكومات جداول وخرائط للبحارة لتوضيح الأوقات التى يحدث فيها المد والجزر فى كثير من الأماكن على طول الشواطىء • وتوجد علامات عند كثير من الشواطىء لمساعدة السباحين، موضحة اختلاف المد والجزر من يوم لآخر • ويراعى فى مواعيد وصول السفن وقيامها مواقيت المد والجزر ، وذلك للتأكد من أن القنوات تكون عميقة عمقا يناسب السفن الداخلة ولا يضطرها الى الخروج للبحر لكى تتفادى موجة من موجات الجزر •

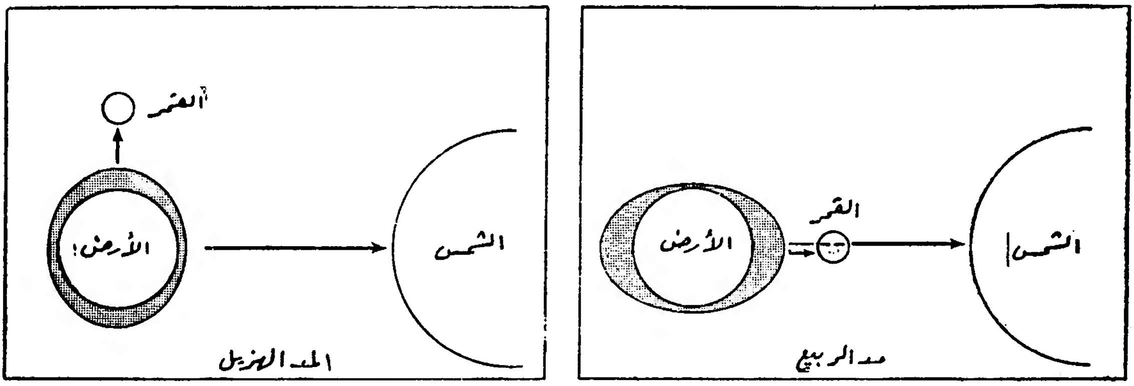
وفيما يلى جدول يمثل هذه النشرات •

جدول بمواقيت المد فى ساندى هوك بنيويورك

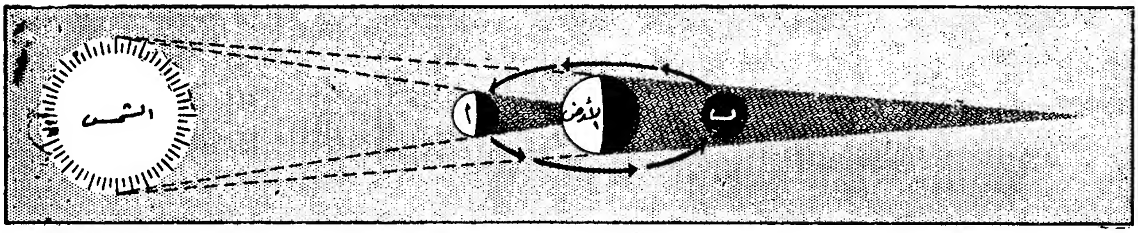
	صباحا	مساء	الفترة بين مدين
الثلاثاء ٣١ يوليو	١ : ٠٣	١ : ٣٨	١٢ ساعة و ٣٥ دقيقة
الأربعاء ١ أغسطس	٢ : ٠٨	٢ : ٤٤	١٢ ساعة و ٣٦ دقيقة
الخميس ٢ أغسطس	٣ : ٢١	٣ : ٥٤	١٢ ساعة و ٣٣ دقيقة
الجمعة ٣ أغسطس	٤ : ٣١	٤ : ٥٨	١٢ ساعة و ٢٧ دقيقة
السبت ٤ أغسطس	٥ : ٣٣	٥ : ٥٦	١٢ ساعة و ٢٣ دقيقة
الأحد ٥ أغسطس	٦ : ٢٨	٦ : ٤٨	١٢ ساعة و ٢٠ دقيقة
الاثنين ٦ أغسطس	٧ : ١٩	٧ : ٣٨	١٢ ساعة و ١٩ دقيقة

وجاذبية الشمس تؤثر أيضا فى المد والجزر • وبرغم حجم الشمس الكبير فان بعدها الكبير عن الأرض يجعل مايحدث منها من المد أقل من نصف مايحدثه القمر ، وهذه القوة المتعلقة بالشمس قد تعمل متعاونة مع جاذبية القمر أو ضدها ، ويتوقف ذلك على الوضع النسبى لكل من الشمس والقمر والأرض • فعندما تكون الشمس فى صف واحد مع القمر كما يحدث فى أوقات اكتمال البدر والمحاق ، فان قوة شدها تضاف الى قوة القمر محدثة بذلك مدا عاليا وجزرا منخفضا. ويسمى هذا المد العالى والجزر المنخفض بمد الربيع وجزر الربيع برغم أنهما ليس لهما علاقة بفصل الربيع من السنة • ويظهر مد الربيع وجزره مرتين فى الشهر • ويعبران عن أعلى مد وأخفض جزر •

وعندما تكون جاذبية الشمس فى وضع عمودى على الأرض ـ كما يحدث عندما يكون القمر فى رباعيه الأول أو الأخير ـ فانها تعارض جاذبية القمر ، وتحدث مدا غير بالغ الارتفاع وجزرا غير بالغ الانخفاض • ويعرف هذان بالمد والجزر الهزيلين ، neap وهما يظهران أيضا مرتين فى الشهر •



فى الشكل الأيسر تعمل الشمس والقمر فى اتجاهين متضادين مسببين المد الهزيل وفى الشكل الأيمن تعمل الشمس والقمر معامسببين مد الربيع القوى •



عندما يكون القمر فى الوضع (ب) فانه يقع فى ظل الأرض (خسوف القمر) وعندما يكون فى الوضع (أ) فانه يلقى ظلا على الأرض ويخفى الشمس (كسوف الشمس) .

الكسوف والخسوف

يظهر الكسوف والخسوف عنـــدما تقع الشـــمس والأرض والقمر فى خط مستقيم فى الفضاء . والكسوف للشمس والخسوف للقمر .

كسوف الشمس : يحدث كسوف الشمس عندما يمر القمر أمام الشـــمس مباشرة فيحجبها عنا . انك اذا أغمضت احـــدى عينيك ونظرت بالأخرى الى مصـــباح كهربى فى الغرفة ، فانك تستطيع أن تحجب ضوء المصباح عن عينك بوضع قطعة نقود فى الموضع المناسب أمام عينك وقطعة النقود (القمر) قد كسفت المصباح (الشمس) . لاحظ أنه برغم أن القرش صغير فانه يستطيع أن يحجب ضوء المصباح الكبير لأنه قريب منك .

واذا نظر اليك صديق فى هذا الوقت فانه سوف يرى ظل القرش واقعا على عينيك المفتوحتين. وبهذه الطريقة يقع ظل القمر فى أثناء كسوف الشمس . ولما كان القمر أصغر من الأرض وقريبا منها ، فان ظله لا يقع الا على جزء صغير من وجه الأرض ، لا يزيد أبدا على ١٦٠ ميلا مربعا . ومع ذلك فيسبب حركة القمر حول الأرض ، فان مدار ظله قد يكون حلقـــة تمتد آلاف الأميـــال . (اذا عدنا الى تجربة القرش والمصباح السابقة فستجد أنك اذا حركت القرش ، فان ظله يتحـــرك عـــلى رأسك كله) . آن هــــذا الممر الضـــيق يعرف بممر الكسوف .

والكسوف الكلى للشمس مشهد من المشاهد المثيرة . فاذا نظرت الى الشمس خـــلال زجاجة مدخنة فانك تشاهد بقعة صغيرة مظلمة فى الحافة الغربية من الشمس وتلاحظ أنها تنمو تدريجيـــا وتزداد اتساعا . وقبل أن يكتمل محاق الشمس كليـــة تظلم الســـماء اظلاما تاما ويسود صمت رهيب . وعندما تختفى الشمس كلية تظهر هالة لؤلؤية حول قرص الشمس المظلم . وتظهر نجوم قليلة . وهذه الفترة من الكسوف الكلى لا تمكث أبدا أكثـــر من ثمانى دقائق . ونشـــط الفلكيون الذين يسافر كثير منهم مسافة تقرب من نصف الأرض لمشاهدة الكسوف نشاطا زائدا فى ذلك الوقت ، فهم يقومون بالمشـــاهدة والتصـــوير وتسجيل الحادث محاولين أن يعرفوا مزيدا عن الهالة الشـــمسية والبروزات الشـــمسية . ثم ينزلق القمر وتظهر الحافة الغربية للشمس مرة أخرى وتنمو ثم يزول الكسوف .

وفى كل عام يحدث كسوف الشمس عددا من المرات يتراوح بين ثلاث وخمس مرات ، ولكن لا يمكن أن يكون أكثر من ثلاث منها من النوع الكلى .

وفى الكسوف الجزئى لا يخفى القمر الا جزءا من الشمس . ولما كان كسوف الشمس يتم فى مناطق محدودة من الأرض ، فانه قد يكون أمرا نادرا بالنسبة لمنطقة معينة . ففى مدينة نيويورك

مثلا حدث كسوف كلى للشمس فى ٢٤ من يناير سنة ١٩٢٥ ، وكان هذا هو أول كسوف من نوعه هنالك منذ القرن الخامس عشر ! وسوف يحدث الكسوف الكلى التالى هنالك فى ٢٦ من أكتوبر عام ٢١٤٤ ·

وفيما يلى تواريخ وأماكن الكسوف الكلى الذى سوف يحدث فى الولايات المتحدة خلال العشرين السنة التالية[١] ·

٢ أكتوبر ١٩٥٩	ماساشوستس
٢٠ يوليو ١٩٦٣	مين
٧ مارس ١٩٧٠	فلوريدا وجورجيا وكارولينا الجنوبية والشمالية
٢٦ فبراير ١٩٧٩	ايداهو ومونتانا

خسوف القمر : يظهر خسوف القمر عندما تقع الأرض بين الشمس والقمر فتحجب عن القمر مصدر ضوئه وتسبب ظلامه وعندما نشاهد خسوف القمر ، فاننا بذلك نشاهد ظل الأرض يمر على وجه القمر · ويمكن مشاهدة خسوف القمر فى جميع نصف الكرة الذى يضيئة القمر فى ذلك الوقت · وعلى ذلك فان الفرصة تتاح لكثير منا لمشاهدة خسوف القمر فى حياتنا · ومن الممكن أن يحدث الخسوف من ثلاث الى خمس مرات فى السنة بحد أقصى قدره ثلاث مرات يكون الخسوف فيها تاما ·

وكسوف الشمس لا يظهر الا عندما يكون القمر فى المحاق ، فتلك هى الفترة الوحيدة التى تكون فيها الشمس والقمر والأرض بهذا الترتيب فى صف واحد · أما خسوف القمر فلا يحدث الا عندما يكون البدر مكتملا ، فعندئذ تتهيأ الفرصة لأن تقع الأرض بين الشمس والقمر · فلماذا لا يحدث كسوف الشمس وخسوف القمر كل شهر ؟

ان الاجابة عن هذا السؤال تتصل بالمجرى الخاص الذى يسير فيه القمر حول الأرض · فاذا استطعت أن تتصور الأرض والشمس جالستين على منضدة وهمية فى الفضاء فان ممر القمر حول الأرض يقطع المنضدة فى زاوية · وفى بعض الأحيان يكون القمر فوق المنضدة ، وفى بعض الأحيان يكون تحتها · ولا يحدث الكسوف والخسوف الا اذا حدث أن وصل القمر الى المنضدة فى نفس الوقت الذى يكون فيه القمر بدرا مكتملا أو فى المحاق فعندئذ يحدث الكسوف أو الخسوف.

كيف تكونت المجموعة الشمسية

ان السؤال الخاص بنشأة المجموعة الشمسية قد شغل الفلكيين خلال ال ٢٠٠ سنة السابقة وأدى الى عدد من النظريات المختلفة · ولا تزال هذه المشكلة حتى الآن موضع بحث عميق ·

وتنتسب جميع النظريات المتصلة بهذا الموضوع الى أحد رأيين : فالبعض يأخذون بفكرة التطور التدريجى للمجموعة الشمسية ، والبعض الآخر يأخذون بفكرة الانقلاب المفاجىء العنيف · وسوف ندرس كلا من هذين الرأيين فيما يلى :

---

(١) تمت الطبعة الانجليزية الأولى من الكتاب عام ١٩٥٨ · (المترجم)

تعد نظرية السديم – وهى النظرية الكلاسيكية التى تقدم بها الفلكى الفرنسى ماركيز بييرسيمون دى لابلاس عام ١٧٩٦ – تطورية فى طبيعتها . وتفترض هذه النظرية أن الشمس والكواكب قد اشتقت من سحابة غازية كبرى أو من سديم كان يدور ببطء فى الفضاء . وكانت هذه السحابة ممتدة الى ماوراء حدود الكواكب المعروفة . وبسبب مابين جزيئاتها من تجاذب ، تقلصت هذه السحابة ، وترتب على ذلك ازدياد فى سرعة دورانها . وتستطيع أن توضح مثل هذه الزيادة فى السرعة اذا أخذت تدور على كرسى بيانو مع فرد ذراعيك وحمل بعض الكتب فى يديك ثم ضممت ذراعيك مع الكتب فجأة الى جانبيك ، فسوف تجد أن هذا الانقباض الذى أحدثته لنفسك يجعلك تتحرك بسرعة أكثر . وعندما تحرك السديم بسرعة أكبر انفصل عنه بعض أجزائه ، كما يحدث عند انفصال الطين عن عجلة الدراجة . وفى هذه الحالة ، تبعا لتلك النظرية ، انفصلت حلقات من المواد الغازية ، مثل حلقة زحل ، وأخذت تدور فى نفس المستوى الذى يدور فيه السديم وفى نفس الاتجاه . ثم تجمعت المادة التى بالحلقات وبردت وتكاثفت مكونة كواكب كرية . وبازدياد انكماش السحابة الوسطى انفصلت حلقات أكثر ، الواحدة تلو الأخرى . مما يفسر تكوين الكواكب السبعة التى كانت معروفة فى أيام لابلاس . أما أقمار الكواكب فيظن أنها تكونت بطريقة مماثلة فى الوقت الذى كانت فيه الكواكب لا تزال فى حالة غازية .

وهناك نظرية أخرى شهيرة ، ثورية فى طبيعتها ، وهى نظرية تكوين الكواكب التى تقدم بها الجيولوجى تشامبرلن والفلكى مولتون بجامعة شيكاجو سنة ١٩٠٥ . وتفترض هذه النظرية أن نجما اقترب من شمسنا بدرجة كبيرة وأوقع عليها قوة شد كبيرة ، وكما يحدث القمر المد والجزر فى محيطاتنا الأرضية ، فكذلك أحدث مرور هذا الكوكب مدا هائلا فى الشمس . فانفصلت بسبب ذلك كميات هائلة من المواد عن الشمس ، ثم تكاثفت هذه المواد مكونة الكواكب المستقلة .

ولقد أدى عدم الارتياح الى كل من هاتين النظريتين – بسبب تقدم العلم – الى ظهور عدد من الفروض الجديدة التى تقدم بها علماء هذا القرن . ومن هذه الفروض فرض سحابة الغبار ، الذى تقدم به فريد ويبل بمرصد هارفارد . وتعد هذه النظرية تطورية فى طبيعتها أكثر منها ثورية . فهى تشبه فرض السديم من بعض الوجوه . وتفترض هذه النظرية بايجاز ، أن الكواكب والنجوم قد تكونت من مجموعات هائلة من الجزئيات الدقيقة التى كانت سابحة فى الفضاء . وقد ادى التجاذب المتبادل بين هذه الجزئيات الى تكاثف السحابة أو انكماشها . وفى داخل السحابة العظمى حدثت حركات عنيفة سببت حدوث تيارات من الغبار أو من تحت السحب ، ثم انكمشت هذه السحب وتوالى انكماشها حتى تحولت الى الكواكب المختلفة ، وتكاثفت السحابة الكبرى وكونت الشمس والحرارة الهائلة المتولدة عن انضغاط المادة فى أثناء تكوين الشمس جعلتها بيضاء حامية وساعدت التفاعلات الذرية التى أشرنا اليها من قبل فى هذا الفصل ، مما جعل الشمس نجما متوهجا ، أما الكواكب الصغيرة فقد بردت . وبرغم أن هنالك كثيرا من التخمين فى هذه النظريات وغيرها فانها ليست مجرد أحلام أو أوهام . فكل نظرية منها تختبر على محك المعايير الآتية :

١ – هل هى مطابقة للمبادىء الفيزيائية المعروفة فى حدود معلوماتنا عن الجاذبية والحرارة والضوء وسلوك الذرات ؟

٢ – هل العملية فى حدود الامكان ؟

٣ – هل تنجح النظرية فى تفسير مجموعتنا الشمسية من حيث حجمها وحركاتها وأعضائها ؟

ليس هنالك نظرية مقبولة كل القبول . فكما يقول ويبل : « اننا لا نزال نتحسس فى ظلمات الماضى السحيق » .

وهذه الجولة الخاصة بالمجموعة الشمسية ، تشتمل على كثير من الحقائق التى يمكن تجميعها معا لكى يتكون منها بعض التعميمات • واليك بعض التعميمات الهامة :

الشمس مركز جهاز ضخم من الأجرام السماوية التى تدور حولها • وتشتمل المجموعة الشمسية على كواكب وكويكبات وأقمار ومذنبات شهب •

الشمس نجم قريب ، والنجوم شموس بعيدة •

الشمس تضيىء اضاءة ذاتية بسبب نشاطها الذرى ، أما الكواكب فتضيىء نتيجة انعكاس ضوء الشمس عليها •

لولا الشمس لصارت الحياة على سطح الأرض مستحيلة •

تختلف الظروف الفيزيائية فى الأفراد المختلفة من المجموعة الشمسية وليس لدينا دليل على وجود حياة فى الكواكب الأخرى •

تتحرك جميع الكواكب فى نفس الاتجاه فى أفلاكها شبه الدائرية حول الشمس •

الأرض هى الكوكب الثالث من عائلة الشمس • وهى من أصغر الكواكب فى المجموعة الشمسية •

النهار والليل ينتجان بسبب دوران الأرض حول محورها •

دوران الأرض حول محورها بسبب الحركة الظاهرية للشمس والقمر والنجوم عبر السماء •

السنة هى الوقت الذى تستغرقه الأرض لكى تتم دورة واحدة حول الشمس •

تتسبب الفصول عن ميل محور الأرض وعن دوران الأرض حول الشمس •

التأثير الرئيسى للقمر فى الأرض هو حدوث المد والجزر •

الكسوف والخسوف يحدثان عندما تقع الأرض والشمس والقمر على خط مستقيم واحد فى الفضاء •

يختلف العلماء فى نظرياتهم حول منشأ المجموعة الشمسية •

ملاحظة :

سوف تجد فى نهاية الفصل التاسع (أ) مقترحات بالأشياء التى يمكن أن تكتشفها بنفسك عن الشمس والكواكب •



الفصل الثامن - ب

تدريس « الشمس والكواكب »

هنالك عدد « كبير » من الأشياء التى يمكن عرضها على التلاميذ لكى تساعدهم على فهم بعض المفاهيم الأساسية فى الفلك • ولعلك قد اعتدت عرض بعضها فى أثناء تدريسك للجغرافيا ، مثل مشهد توضيح أسباب الفصول • آن كثيرا من هــذه الأشياء يمــكن مشاهدتها ، ومن المهم فى المستوى الابتدائى على وجه الخصوص أن يلاحظ التلاميذ أشياء مثل اختلاف طول الليل والنهار والشــهب وأوجـه القمر وأمثالها من الظواهر • وغالبا ماتكون أسباب هذه الظواهر على درجة من التعقيد بحيث لا يســتطيع صغار الأطفال فهمها بالتفصيل ، ومع ذلك فان مشاهدتها تكون شائقة لهم •

وبالنســـبة لصغار الأطفال بالذات ، والى حد ما بالنسبة لكبارهم ، تظهر الحاجة شديدة الى تكوين المفاهيم اللازمة لفهم « الفضـــاء » ، وهى المفاهيم المتعلقة بالمسافة والاتجاه والطول والوزن والزمن والحركة ، ويمـــكن تحقيق ذلك بتكوين الاستعداد الخاص بدراسة الفضاء وهو الاستعداد الذى يمـــكن تكوينه نتيجة للمرور بخبرات فى البيئة المباشرة مثل الفضـــاء الصـــغير الموجـود بشارعهم ، والمسافة التى تفصل شارعين متوازيين وطول حبل الغسيل ، وبعد عمود من الدخان وبعد السحب وغيرها من الأشياء التى تظهر على الأفق نهارا • ومن الممكن أن يقدر الأطفال المسافات ثم يقومون بعد ذلك بقياسها اذا آمكن ، ليروا مبـلغ دقة تقديرهم •

والمفاهيم الحســـابية لازمة كذلك فى معظم الأحيان لفهم المفاهيم العلمية • فاذا قرأ التلاميذ مثلا أن قطر الأرض يبـــلغ أربعة أضعاف قطر القمر ، فمن المهم أن نعمل على توضيح هذا المعنى: ويمـــكن أن يتم ذلك باستخدام بعض المسافات المألوفة لدى التلاميذ مثل المسافة الى احدى المدن الكبرى التى ربما يكون قد سافر اليها عدد كبير منهم • كما يمكن توضيح المفهوم الخاص بالسنين الزمنية توضيحا جيـــدا ، اذا وازن الأطفال بين أعمارهم الشخصية ، أو أية فترة زمنية تقع فى دائرة خبرتهم ، وبين الفترة الزمنية غير المألوفة

لديهم ، والتى قد يبلغ طولها رقما أطول بكثير من الفترة الأخرى • وقد يكون من المشكلات الكبرى بالنسبة لتلاميذ الصفوف المتوسطة ماياتى :

ماشكل القمر ؟
أو
ماشكل المجموعة الشمسية ؟

ومن المشكلات الصغيرة التى تنطوى عليها هذه المشكلات الكبرى ، والتى ربما تكون أكثر مناسبة للدراسة بحسب ميول الأطفال ومستوى نضجهم وقدراتهم مايأتى :

كيف يحدث الليل والنهار ؟

كيف يؤثر القمر فينا ؟

ماشكل الكواكب الأخرى ؟

كيف تكونت الأرض ؟

وكما فعلنا فى الفصول السابقة ، فاننا نقدم المقترحات التالية لاستخدامها مع التلاميذ المبتدئين • وقد استخدمت هذه المقترحات بنجاح فى الصفوف الأولى وفى غيرها من المستويات ، وبخاصة حيث لا يتوافر لدى التلاميذ قدر كبير من الخبرة العلمية :

١ ـ اجراء تجارب لاثبات كيف تساعدنا الشمس عن طريق مساعدة النباتات على النمو ، وضع بعض النباتات النامية فى الظلام ، ووضع مجموعة أخرى مشابهة للسابقة تماما فى الضوء ، وتوحيد جميع الظروف فى المجموعتين ماعدا الضوء •

٢ ـ ملاحظة ظلال الأشياء لمعرفة كيف تتكون ، وكيف تتغير فى أثناء النهار ، وتسجيل طول ظل عصا على قطعة كبيرة من الورق فى التاسعة صباحا وفى وقت الظهر ووقت العصر •

٣ ـ ملاحظة القمر ليلا لفترة تمتد بضعة أسابيع أو شهرا لملاحظة كيف تتغير أوجهه خلال هذه الفترة •

٤ ـ لمس أشياء سخنت بسبب حرارة الشمس واحساس الفرق بين حرارة الأجسام الموضوعة فى الشمس والأخرى التى فى الظل • والاحساس بما تحدثه السحب التى تحجب الشمس من اختلاف فى درجة الحرارة •

وبالنسبة لتلاميذ الصفوف الأولى يمكن أن تدور هذه الخبرات حول مشكلات مثل : ماالفوائد التى نحصل عليها من الشمس ؟

ماذا نستطيع مشاهدته فى السماء ليلا ؟

عمل نموذج

عندما يتقدم التلاميذ فى دراسة المجموعة الشمسية ، وتزداد معلوماتهم عن الشمس وعائلتها ، فقد يكون من المفيد لهم أن يقوموا بعمل نموذج مجسم من الطين أو الورق لما يدرسونه •

وتظهر أهمية هذا النشاط بوجه خاص فى الصفين الخامس والسادس ، عندما تزداد معلومات التلاميذ الحسابية بالقدر الذى يسمح لهم بمعرفة النسب الصحيحة لأحجام الكواكب المختلفة والمسافات النسبية التى تفصل كلا منها عن الشمس • ويستطيع التلاميذ أن يحصلوا من مصادر متباينة على الأرقام التى تبين أحجام الكواكب المختلفة وأبعادها كما يجب أن يتفقوا على مقياس يستطيعون استخدامه بحيث يمكنهم من تمثيل جميع أفراد المجموعة الشمسية داخل الفصل بما فى ذلك الشمس (وهى أكبرها) وعطارد (وهى أصغرها) ومن الممكن أن يبدأ مشروع كهذا بتوجيه السؤال التالى الى التلاميذ : « ماهى الأرقام التى يجب أن نعرفها لكى نعمل نموذجا للمجموعة الشمسية ؟ وكيف يمكن أن تمثل هذه الأرقام ؟ » ولابد أن يشجع التلاميذ فى القيام بوضع خطتهم ثم بتنفيذها • واذا كنا

متفقين فى أننا لا ندع التلاميذ عن قصد يقعون بالقدر الكافى فى بعض الأخطاء ثم يصححونها بأنفسهم ، فهنا تسنح فرصة ذهبية لجعلهم يضعون أفكارهم موضع التجريب ثم نقوم بتصحيح ماقد يقعون فيه من أخطاء • ومن المهم ملاحظة أن المسافات فى الفضاء شاسعة جدا حتى أنه يستحيل استخدام الأبعاد الحقيقية لأحجام الكواكب وأبعادها •

ويمكن القيام بهذا النشاط فى أية فترة عند دراسة المجموعة الشمسية • ويمكن أن تقوم بها جماعة من التلاميذ الذين يبدون اهتماما خاصا بهذا الأمر • وهذا مثال لتوضيح كيف تخدم كل من العلوم والرياضة بعضها بعضا •

ومن الممكن أن يحصل التلاميذ على فكرة أشد وضوحا عن الأبعاد النسبية التى تفصل بين الشمس وبين الكواكب المختلفة ، اذا حاولوا القيام برسم أجزاء من مدارات الكواكب حول الشمس على قطع طويلة من ورق اللف (حوالى ٢٥ قدما) اذ أن المدارات الكاملة سوف تكون كبيرة جدا ، واذا استخدم التلاميذ مقياس ست بوصات لتمثيل المسافة بين الأرض والشمس ، فانهم يستطيعون تمثيل أبعاد الكواكب الأخرى بنفس النسبة بمسافة حوالى ٢٠ قدما لبلوتو • والمقترحات التى قدمناها لعمل نموذج تصلح أيضا لعمل الأشكال•

تصميم قصة

يحب بعض الأطفال كتابة القصص ، وقد يحب جماعة منهم أن يكتبوا قصة خيالية عما يمكن أن يحدث للأرض اذا توقفت الشمس عن ارسال ضوئها الينا • ومن الممكن أن يبدءوا ببيان جميع الأشياء التى تمدنا بها الشمس وكيف تؤثر فينا ، ثم يستطيعون بعد ذلك أن يبنوا القصة حول مايمكن أن يحدث اذا لم نحصل على هذه الأشياء . وقد يحب التلاميذ بعد انتهائهم من القصة أن يقرءوا قصة أخرى من نفس النوع ، وأن يوازنوا بينها وبين القصة التى كتبوها بأنفسهم • كما يمكن كتابة قصص أخرى عن موضوعات مثل « اقامة محطة فضاء » ، « رحلة الى المريخ » ، « سنة فى المريخ » ، « رحلة الى الفضاء » أو غير ذلك من الموضوعات المشابهة • فهذا النوع من كتابة القصص برغم أنه خيالى ، ينبغى أن يكون دقيقا ومطابقا للحقائق العلمية المعروفة • وكثيرا ماتكون كتابة مثل هذه القصص حافزا للبحث عن القصص الخيالية فى ملحقات صحف يوم الأحد أو غيرها ، ومحاولة معرفة مدى مافيها من الحقيقة أو من الخيال ومن أمثلة هذه القصص تلك التى تكتب عادة عن الحياة فى المريخ • وينبغى أن يكون التلاميذ على علم بأنه برغم أن هذه القصص قد تحتوى على فقرات من كلمات بعض مشاهير رجال الفلك ، فان العالم الشهير نفسه قد لا يكون صاحب المقال • وهذا النوع من النشاط يساعد التلاميذ فى الحكم على صحة المادة العلمية •

إدراك أهمية الشمس

ان القراءة أو السمع عن ضرورة الشمس بالنسبة لنمو النبات شيء ، ومحاولة اجراء تجربة للتحقق من ذلك شيء آخر تماما • ان اجراء هذه التجربة يتطلب اختيار نباتين متماثلين بقدر الامكان (يمكن استخدام نبات الجيرانيوم أو غيره من النباتات المنزلية) • ويجب أن يكون النباتان متماثلين فى الحجم ومزروعين فى نفس النوع من التربة ونفس النوع من الأصص ، ثم يوضع أحدهما فى مكان مظلم ، والآخر فى ضوء الشمس • ويجب أن يغطيهما نفس القدر من الماء ، وأن يكونا بقدر الامكان فى نفس درجة الحرارة ، كما يجب أن يكون المكان المظلم به قدر كاف من الهواء المتجدد ، وألا يكون هنالك فرق بين بيئتى النباتين الا فيما يتعلق بوجود الضوء • ثم يوازن بين النباتين بعد أسبوعين • نذكر أن الخبرة التى يحصل عليها التلاميذ من هذه التجربة لا تسمح لهم بالتعميم على جميع النباتات ولابد من مزيد من

التجريب ومن بعض القراءة بعد اجراء التجربة السابقة ، قبل الوصول الى النتائج النهائية وهذا مثال آخر للاحتفاظ بالاتجاه العلمى •

مشاهدة ضوء الشمس

برغم أن التلاميذ سيلمون بهذه الفكرة فيما بعد ، عندما يدرسون الضوء ، فمن الأمور الشائقة بالنسبة اليهم مشاهدة أن ضوء الشمس يتكون حقيقة من عدة ألوان • واذا لم يكن لديك منشور ضوئى لتحليل ضوء الشمس الى ألوانه فيمكنك استخدام المنشورات البلورية المأخوذة من احدى الثريات القديمة • واذا كان بالفصل حوض لتربية الأحياء المائية ، فان ضوء الشمس الذى يقع على احدى زواياه كثيرا مايتحلل الى ألوانه • وبرغم أنه لا يوجد مجال فى المدرسة الابتدائية ، لمناقشة جهاز تحليل الطيف ، الا فى حالات نادرة ، فان اجراء هذه التجربة باستخدام منشور يساعد الى حد ما على بيان أن العلماء يستطيعون بتحليل الضوء المنبعث من مادة ما أن يحددوا هذه المادة •

قراءة بعض الأساطير القديمة عن الشمس

هنالك كثير من الأساطير القديمة عن الشمس مما تعد قراءته من الأمور الشائقة ، ومن الممكن أن يقوم بعض التلاميذ بقراءتها ثم نقلها الى زملائهم بالفصل ، بل انهم قد يقومون بعمل بعض التوضيحات وعرضها فى أثناء تلاوة القصة •

ومن المفضل فى غالب الأحيان حض التلاميذ على أن يبينوا كيف حصلوا على معلوماتهم؛ اذ أنه من بين أهدافنا مساعدة التلاميذ على الوصول الى المعلومات • ومن الأسئلة الهامة التى يمكن مناقشتها فيما يتعلق بهذه القصص مايأتى :

« ما الأسباب التى يظن أنها أدت الى ظهور هذه الأساطير ؟ »
« هل تعتقد أن أحدا يؤمن بهذه القصص فى الوقت الحاضر ؟ »

« لماذا تظن ذلك ؟ » •

النظر إلى الكواكب

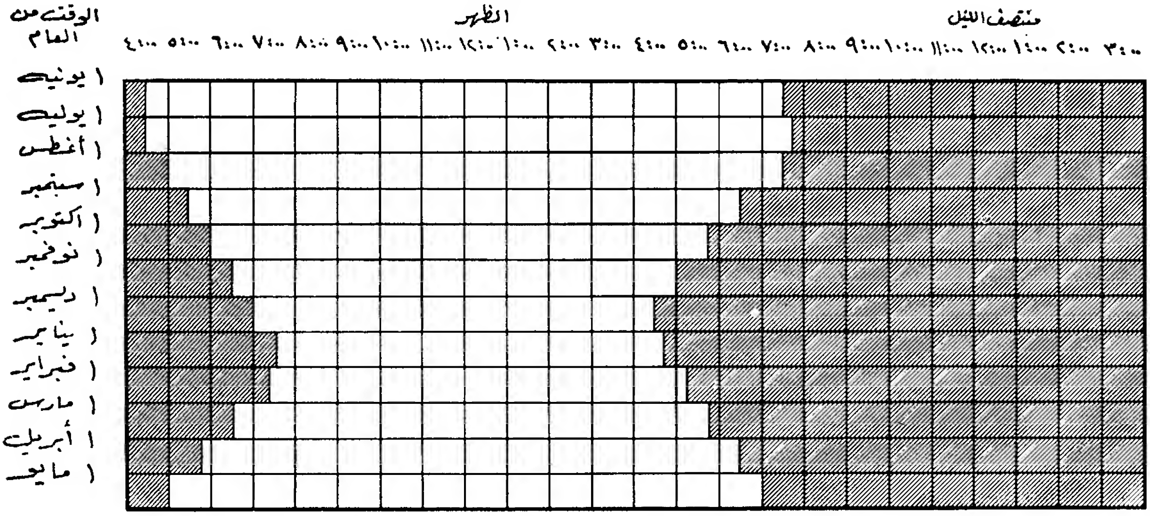
من الصعب أن نتجاهل أهمية اتاحة الفرصة أمام التلاميذ للنظر الى السماء ليلا خلال المنظار المقرب • فاذا استطاع التلاميذ الذين يدرسون الكواكب أن يشاهدوا أحدها مشاهدة حقيقية ، فان مايثيره ذلك لديهم من الاهتمام سوف يكون مجزيا عن أى جهد يكون المدرس قد بذله فى سبيل هذه الخبرة • والفلكيون الهواة الموجودون فى البيئة بما لديهم من تليسكوبات غالبا مايكون لديهم استعداد كبير لتقديم المساعدة الى التلاميذ، وجعلهم ينظرون خلال مناظيرهم ، واذا علموا بهذه الرغبة فى الوقت المناسب فانهم يقدمون مساعدات كبيرة للتلاميذ • هذا وربما يكون باحدى الكليات القريبة منظار مقرب ، يمكن استخدامه • والمقترحات المقدمة فى الفصل الثالث ، والخاصة بالقيام برحلات تنطبق هنا • ومن الممكن أن يجتمع الآباء والأطفال فى احدى الأمسيات لتنوير جميع المهتمين بهذا الأمر وادخال السعادة عليهم . وتقدم بعض المجلات مثل مجلتى (١) Nature Magazine Science News Letter (٢) بصورة دورية الكواكب

---

* Nature Magazine, American Nature Association, 1214 sixteenth st., N. W., Washington, D. C., contains a useful monthly star map with helpful descriptions.

** Science News Letter. Science Service, 1769 N. St.. N. W., Washington, D. C. One issue each month contains a star map with interpretations.

ساعات اليوم



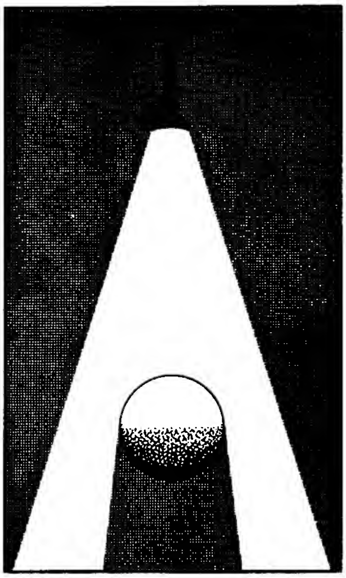
فى هذا التسجيل الذى صنعه فريق من الأطفال لساعات الليل والنهار ، يمثل كل مربع ساعة واحدة . وقد تطلب عمل هذه الخريطة بحثا دقيقا عن البيانات وتسجيلا دقيقا.

التى يمكن مشاهدتها فى أى وقت وأين يمكن تحديد مواضعها . ومن المفيد الذهاب مع الأطفال خارج الفصل فى أثناء النهار بالمدرسة والاشارة الى ذلك القطاع من السماء الذى يتوقعون مشاهدة الكواكب فيه ليلا . وقد تفيدهم أيضا معرفة الوضع النسبى للكوكب بالنسبة الى القمر (اذا كان من الممكن مشاهدة أحدهما فى المساء المبكر) أو بالنسبة الى بعض مجموعات النجوم التى يمكن معرفتها بسهولة . واذا استطاعوا مشاهدة موقع الكوكب فى نفس الوقت عدة ليال متتالية ، فسوف يرون كيف يغير موضعه بالنسبة للمجموعات الأخرى فى السماء .

دراسة أسباب الليل والنهار

سوف يكون وصفنا لهذا الموضوع موجزا ؛ لأن كثيرا من كتب العلوم والجغرافيا تقدم مقترحات لطريقة عرض أسباب الليل والنهار . ويمكنك أن تستخدم كمصدر للضوء ، الضوء المتوهج الذى يستخدم فى التصوير ، أو مصباحا ذا مظلة،أو مصباحا كهربيا ذا عاكس مثل المصباح الذى يمكن أن تجده بغرفة الزائرة الصحية (الحكيمة) .

استخدم كرة لتمثيل الأرض . اطلب الى التلاميذ ، لزيادة الايضاح ، أن يتخيلوا أنهم يعيشون على الكرة . وسوف يساعدهم ذلك على تصور الفكرة بوضوح . ضع علامة بالطباشير على الموضع الذى يعيشون فيه . اظلم الغرفة اذا أمكن . دع الضوء يسقط على الكرة . أشر الى موضع العلامة الطباشيرية ثم ابدأ فى ادارة الكرة ببطء من الغرب الى الشرق . آدر الكرة دورة كاملة حول محورها حتى يشاهد التلاميذ مايحدث خلال دورة كاملة . ثم ابدأ بموضع العلامة الطباشيرية عند شروق الشمس ، ودع أحد التلاميذ يتحدث عما يفعله فى أثناء المراحل المختلفة للدورة ــ كأن يقول مثلا ــ « أنا الآن ، أتناول طعام الفطور » . «أنا الآن فى طريقى الى المدرسة» ... الخ . واذا كان الفصل كبيرا ، فقد يحسن أن تدع مجموعات صغيرة تأخذ دورها فى الوقوف بالقرب من الكرة والضوء حتى يروا بسهولة .



الضوء الكشاف الذى يضىء الكرة يوضح بجلاء كيف أن نصف الأرض فقط (جسم كروى) هو الذى يمكن أن يقع عليه الضوء فى أى لحظة .

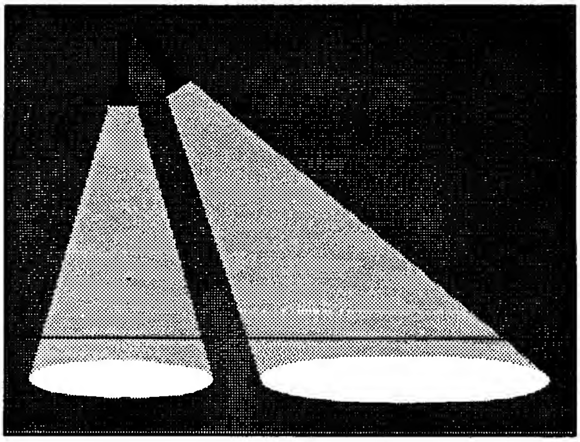
وينبغى أن يتذكر التلاميذ الأشياء الآتية حتى يفهموا أسباب الليل والنهار :

* الأرض مستديرة كالكرة ، وعلى ذلك فان أحد نصفيها فقط هو الذى يضاء فى نفس الوقت .

* تستمد الأرض ضوءها من الشمس .

* تدور الأرض دورة كاملة كل ٢٤ ساعة .

ومن الممكن أن يعمل التلاميذ خريطة توضح عدد ساعات كل من النهار والليل خلال كل شهر من أشهر السنة ، فتعمل ١٢ صفا بطول الخريطة بحيث يمثل كل منها شهرا ، كما هو موضح بالشكل . ويستطيع التلاميذ أن يستخدموا هذه الخريطة للاجابة عن أسئلة ، مثل : « فى أى الأشهر الأربعة من السنة يبلغ عدد ساعات النهار أقصاه ؟ » . « فى أى الأشهر الأربعة من السنة يبلغ عدد ساعات النهار أدناه ؟ » . « هل كان يوم عيد ميلادنا من الأيام القصار أم الطوال ؟ » . « ماهى الأشهر التى يتساوى فيها طول الليل



وازن بين مساحتى البقعتين اللتين يقع عليهما الضوء . فى أيهما يكون الضوء أشد ؟ لاحظ موضعى مصدرى الضوء ، ووازن بينهما، وبين موضع الشمس فى الأوقات المختلفة من النهار وفى الفصول المختلفة من السنة .

والنهار ؟ » ويمكن الحصول على البيانات اللازمة لعمل هذه الخريطة من الدليل العام أو من بعض الصحف اليومية •

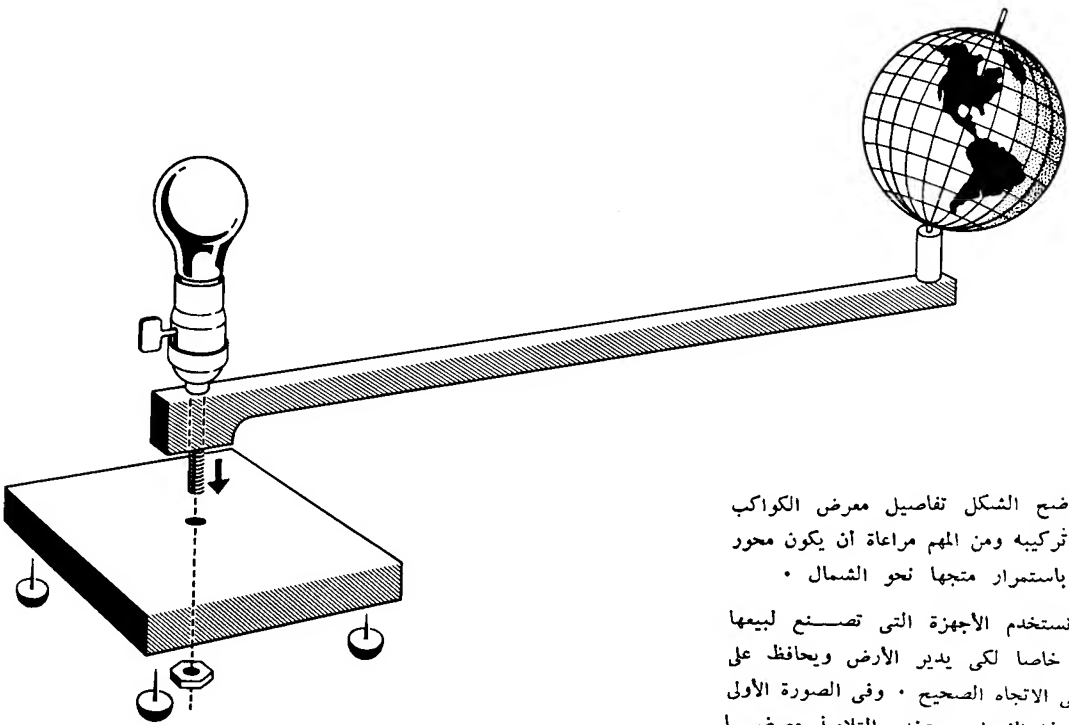
دراسة أسباب الفصول

هنالك بعض الاختلافات حول مدى امكان تلاميذ المدرسة الابتدائية فهم الأسباب الحقيقية لتغيرات الفصول • فالتجربة المعتادة ، التى تقوم على استخدام كرات صغيرة لتمثيل الأرض فى مختلف الفصول وامالتها لبيان مايحدث فى الأوقات المختلفة من السنة تبدو بالغة الصعوبة بالنسبة لكثير من تلاميذ المدرسة الابتدائية • ولعل أفضل مايمكن عمله هو مساعدة التلاميذ على معرفة :

١ ـ أن أيام الصيف أطول من أيام الشتاء ، وعلى ذلك فان الأرض تتعرض لضوء الشمس ساعات أطول ، وتحصل على حرارة أكثر فى أثناء الصيف • كما أنها تتعرض لضوء الشمس ساعات أقل فى أثناء الشتاء . وهذا معناه انخفاض فى حرارتها •

٢ ـ أنه فى فصل الصيف تكون الشمس فوق رءوسنا مباشرة ، ولذلك فانها تعطى حرارة أكثر مما تعطيها شتاء عند ماتكون أكثر انخفاضا فى السماء وتكون أشعتها مائلة لا مباشرة ، وهاتان الظاهرتان يمكن مشاهدتهما •

ويمكن أن يصير الاختلاف فى طول النهار أمرا ملموسا عندما يتذكر التلاميذ اختلاف الضوء عندما يستيقظون من النوم فى السابعة صباحا فى شهر سبتمبر ويقارنون ذلك بما يحدث فى شهر ديسمبر • والخريطة الخاصة بساعات الليل



يوضح الشكل تفاصيل معرض الكواكب وطريقة تركيبه ومن المهم مراعاة ان يكون محور الأرض باستمرار متجها نحو الشمال •

وتستخدم الأجهزة التى تصنع لبيعها جنزيرا خاصا لكى يدير الأرض ويحافظ على ميلها فى الاتجاه الصحيح • وفى الصورة الأولى من هذا الفصل يستخدم التلاميذ معرضا للكواكب من هذا النوع •

والنهار وهى الخريطة التى اقترحناها من قبل سوف تساعد التلاميذ أيضا على فهم الفصول . وهنا مرة أخرى ، يبدو مابين الحساب والعلوم من التعاون . ويعد هذا النوع من النشاط مثالا لما يمكن تقديمه للتلاميذ من مساعدة لادراك أهمية جمع البيانات على مدى فترة طويلة من الزمن قبل الوصول الى النتائج .

ويمكن توضيح تأثير موضع الشمس باستخدام ضوء بطارية كهربية صغيرة : أظلم الغرفة وأمسك البطارية بحيث يسقط ضوؤها على قطعة من الورق من أعلى بصورة عمودية (كالشمس وقت الزوال) . ارسم دائرة على الورق لتوضح أين يسقط الضوء ثم أمسك بالبطارية بحيث يسقط الضوء على الورق بزاوية (كما يحدث عندما تكون الشمس منخفضة فى السماء) . ووضح أين يسقط الضوء برسم خط حول حافته. ثم قارن بين الشكلين المرسومين : فعندما يكون الضوء عموديا، تكون البقعة أصغر والضوء مركزا. وعندما تضيىء الشمس بهذه الطريقة ، فانها تعطى الأرض حرارة أكثر . وعندما يسقط الضوء مائلا تكون البقعة منتشرة . وعندما تضيىء الشمس بهذه الطريقة فانها تعطينا حرارة أقل .

وقد وجد أن استخدام جهاز مصنوع بالمنزل قد ساعد التلاميذ مساعدة كبيرة فى فهم أسباب الفصول . ويستطيع بعض كبار التلاميذ أن يصنعوه بمعاونة بسيطة من المدرس أو من شخص كبير آخر .

وسوف نحتاج الى المواد الآتية : القاعدة الخشبية القديمة لمصباح كهربى ، مسطرة طولها حوالى نصف ياردة ، نموذج لكرة أرضية صغيرة مما يباع فى المتاجر الشعبية ، بكرة خشبية ، مسمار طويل (أطول من قطر الكرة بنحو بوصة) . مسمار برشام طوله بوصتان ويكفى للدخول فى البكرة (قد تكفى قطعة مناسبة من السلك) .

أزل الدواة من قاعدة المصباح . اعمل ثقبا على بعد بوصة من أحد طرفى المسطرة بحيث يكفى لأن تمر فيه نهاية قاعدة المصباح . تأكد من أن اتساع الثقب يكفى لكى يسمح للمسطرة بأن تدور بسهولة . أعمل ثقبا فى الطرف الآخر من المسطرة بحيث يكفى لأن يدخل مسمار الرباط ثابتا . أدخل هذا المسمار فى الثقب بحيث يبرز منه فوق سطح المسطرة نحو بوصة (ستوضع البكرة فوق هذا الجزء) ، ثبت هذا المسمار فى مكانه بالغراء . اثقب ثقبين فى نموذج الكرة الأرضية فى مكان القطبين الشمالى والجنوبى ، ودع المسمار يمر خلال هذين الثقبين . أمرر المسمار فى البكرة بحيث تكون الكرة مائلة بزاوية قدرها ٢٣½ درجة ضع البكرة على الجزء من مسمار البرشام البارز فوق المسطرة تأكد من أن البكرة يمكن أن تدور بسهولة . ضع طرف دواة المصباح الكهربى فى الثقب الذى صنعته من أجله ، وثبت السلك الكهربى فى مكانه بالدواة . يمكن الآن أن تدور الأرض حول محورها ، كما يمكن أن تدور المسطرة حول الشمس . أظلم الغرفة بحيث لا يكون فيها مصدر للضوء الا المصباح الكهربى (الشمس) .

وينبغى أن تدعم هذه التوضيحات برحلات خلوية فى مناسبات عديدة ، لمشاهدة موضع الشمس فى أوقات متفرقة من النهار وفى أوقات مختلفة من السنة . وهذا يوضح النقطة التى أشرنا اليها من قبل ، وهى أن الغرض من جميع التجارب والعروض هو مساعدة التلاميذ على فهم الظواهر أو حل المشكلات ، وأنها ليست غاية فى ذاتها ، فالمهم هنا هو الى أى مدى قدمنا المساعدة للتلاميذ ليروا تطبيقات التجارب .

مناقشة موضوع الحياة فى الكواكب

برغم أننا نؤكد أهمية الخبرة المباشرة والقراءة كطريقتين لدراسة العلوم — وهما مطلوبان الى حد كبير — فان الأطفال يحتاجون أيضا الى معرفة كيف يناقشون احدى المشكلات . ان كثيرا من الكبار لا يعرفون كيف يناقشون مشكلة

بذكاء ــ بحيث لا يخرجون عن الموضوع · وبحيث يعبرون عن أنفسهم بدقة ووضوح ، وبحيث يصغون عندما يتكلم غيرهم ··· الخ · وتعد مشكلة وجود حياة على الكواكب الأخرى من المشكلات المناسبة لمناقشتها فى الصفوف الابتدائية العليا · وعند بدء هذه المناقشة يستطيع المدرس أن يوجه السؤال التالى : « ما الشيئان الأساسيان اللذان نحتاج الى معرفتهما للاجابة عن هذا السؤال ؟ » « ما الشروط اللازمة لقيام الحياة ؟ » · « هل يتوافر أى من هذه الظروف فى أى من الكواكب ؟ » وعندما يعرض التلاميذ وجهات نظرهم ، ينبغى التأكد من مدى صحة مراجعهم ، كما ينبغى التأكد من مدى حسن فهمهم وحسن تفسيرهم للمعلومات · وعندما يشترك التلاميذ فى مناقشات من هذا القبيل ، فان النتائج التى يصلون اليها يجب أن تنظم بعناية فى عدد قليل من الجمل التى تصاغ صياغة جيدة ، ومن الممكن أن ينفق التلاميذ بعض الوقت فى تقويم مناقشتهم ليروا هل كانت جيدة أم لا ، وذلك على أساس استخدام بعض المعايير مثل : « هل عرض التلاميذ أفكارهم بوضوح ؟ » · « هل اشترك كثير من التلاميذ فى المناقشة ؟ » · « هل التزمنا بالموضوع فى أثناء المناقشة ؟ » · « هل أصغى كل منا للآخر ؟ »

ترقب الشهب

يمكن تشجيع التلاميذ على ملاحظة السماء ليلا لمشاهدة الشهب وبخاصة فى المواقيت المقترحة فى الفصل الثامن (أ) · فاذا حدث أن لاحظوا أحدها فيجب أن يشجعوا على وصف ماشاهدوه · وهنالك خرافات عديدة حول الشهب · فهنالك مثلا من يعتقدون بأنه اذا كرر الانسان لفظ « المال » ثلاث مرات فى أثناء مشاهدتها فانه يصير غنيا ، ولابد أن تساعد دراسة العلوم بمادتها وأساليبها التلاميذ على التخلص من هذه الخرافات وتلك احدى المناسبات التى يمكن فيها مناقشة بعض الخرافات ·

ملاحظة أحد الشهب

كثيرا مايكون من الممكن استعارة قطعة من أحد الشهب من أحد المتاحف الموجودة فى المنطقة أو فى الولاية أو فى الكلية · ان التلاميذ يبدون اهتماما كبيرا بمثل هذا الجسم الآتى من الفضاء الخارجى · وانها لتجربة مثيرة فعلا أن يمسك الانسان بيده قطعة من مادة هبطت فعلا من السماء · فاذا استطاعوا الحصول على قطعة منها ولمسوها بأيديهم ورفعوها ، فان هذا سوف يثير اهتمامهم بقراءة بعض المادة عن الشهب بقصد استطلاع طبيعتها ومعرفة المزيد عنها · وسوف يحبون أن يعرفوا ما اذا كانت قد وجدت فى مكان قريب · ومن الممكن أن يمدهم المتحف بمثل هذه المعلومات ·

مشاهدة القمر

اذا لم يمكن الحصول على تليسكوب فان استخدام أى منظار مقرب صغير ، سوف يساعد كثيرا فى مشاهدة القمر ، وبخاصة اذا كان التلاميذ قد رأوا صورا تمثل سطح القمر ، وكانوا على علم بما يبحثون عنه · والتلاميذ يبتهجون بمشاهدة القمر خلال المناظير · واذا كان قد سبق لأحد الأطفال النظر الى القمر خلال أحد التليسكوبات الكبيرة ، فدعه يصف ماشاهده بقدر ما يستطيع من الدقة ·

وكثير من التقاويم تبين تواريخ المحاق والأوجه الأخرى للقمر · ومن الطريف بالنسبة للتلاميذ مشاهدة هذه الوجوه ورسم أشكال توضح مايشاهدونه فى التواريخ المختلفة ، كما أنه من الطريف لديهم أيضا ملاحظة مواقيت شروق القمر وغروبه فى الصحف والتقاويم وغيرها ·

واذا قام التلاميذ بفحص بعض التقاويم ، فانهم كثيرا مايجدون فيها توجيهات عن زراعة بعض البذور تبعا لأوجه القمر · فبرغم أننا نعيش

فى عهد المعرفة العلمية ، فلا يزال هنالك بعض الناس الذين يزرعون نباتات خاصة فى مواقيت قمرية خاصة • ولا شك أن مناقشة ماتحتاج اليه النباتات لكى تنمو ، وقراءة بعض المادة حول هذه الخرافات سوف يساعد التلاميذ على تكوين رأى سليم حول مثل هذه الأعمال •

عرض أوجه القمر

يجد كثير من التلاميذ فى المدارس الابتدائية صعوبة فى فهم الأسباب التى تجعل أوجه القمر تبدو متغيرة أمامنا فى أثناء رحلته حول الأرض • وحتى الوسيلة التى تستخدم عادة لهذا الأمر ، وسوف نصفها بعد قليل ، لا تأتى بالنتيجة المطلوبة مع كثير من التلاميذ • فمن الصعب على صغار التلاميذ أن يترجموا الأفكار التى يشاهدونها فيما يعرض عليهم داخل الفصل الى مايقابلها مما يحدث فى السماء • ويتوقف مدى تعمقنا فى تقديم هذه المفاهيم الى التلاميذ على التلاميذ أنفسهم. فهم كما نعلم يختلفون فى قدراتهم وميلهم الى التعلم ، كما أن المدرسين يختلفون فى قدراتهم على توضيح الأفكار للتلاميذ وبالنسبة لكثير من تلاميذ المرحلة الابتدائية ، يكفى ملاحظة أن القمر يغير من أشكاله ، أما شرح الأسباب التى وراء ذلك فينبغى أن يؤجل الى مابعد فى حياتهم المدرسية• ومع ذلك فاننا نقدم بعض التوجيهات التى تساعد فى عرض أوجه القمر لأولئك الذين يستطيعون أن يفيدوا منها •

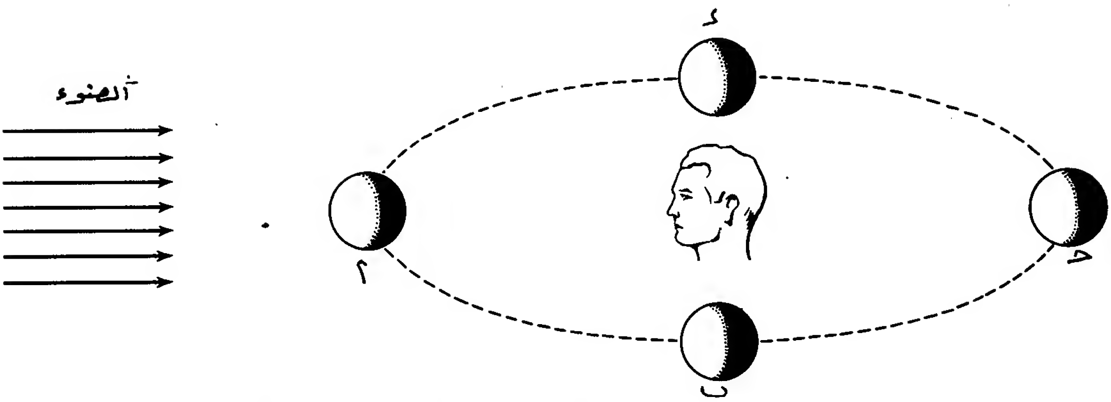
لتمثيل القمر استخدم كرة سلة أو كرة مماثلة لها فى الحجم • ولتمثيل الشمس استخدم مصباحا كهربيا كالذى اقترحنا استخدامه فى دراسة أسباب الليل والنهار • أظلم الغرفة وأضىء المصباح وقف فى ضوء المصباح وأمسك بالكرة على طول امتداد ذراعك بحيث يكون مستواها أعلى بقليل من مستوى المصباح (يقوم المدرس بذلك) . ان رأسك يمثل موضع الأرض • بين للتلاميذ أنه لفهم كيف يبدو وجه القمر متغيرا فانه يجب أن نتذكر ثلاثة أشياء :

١ ــ أن ضوء القمر يأتى من الشمس •

٢ ــ أن شكل القمر يشبه الكرة ، وأنه لا يمكن أن يضاء الا من جهة واحدة •

٣ ــ أن القمر يدور حول الأرض مرة كل شهر (مرة كل ٢٧ يوما ونصف يوم تقريبا) •

وينبغى أن يتذكر التلاميذ أيضا أنهم لا يستطيعون مشاهدة القمر الا من موضع الأرض، أى رأس المدرس (سوف يقوم التلاميذ أنفسهم بعد ذلك باجراء هذه التجربة وسوف يكونون بذلك فى وضع يرون فيه) ابدأ بامساك الكرة فى وضع تكون فيه بين الشمس والأرض ، أعلى بقليل من مستوى الرأس • ان هذا الوضع يمثل مرحلة القمر الجديد أو المحاق التى لا يكون فيها القمر ظاهرا لنا على الأرض ، لأن ضوء الشمس لا يسقط على الجانب الموالى لنا من القمر ، وهو الجانب الذى نشاهده • وعندما تستدير ببطء نحو اليسار مع استمرار الامساك بالكرة فى مستوى أعلى بقليل من مستوى رأسك، فان جزءا أكبر من القمر سوف يضاء تدريجيا • در ربع دورة تكن فى وضع يمثل الرباعى الأول • وقد يساعد فى هذه النقطة أن تقوم بوضع علامة بالطباشير على الكرة تحدد بها الجزء المضاء ، وذلك حتى يبدو الشكل أكثر وضوحا • استمر فى الدوران فى نفس الاتجاه ربع دورة أخرى ، وبذلك تحصل على الوضع الذى يمثل البدر المكتمل (تذكر أن تجعل الكرة فوق مستوى رأسك بقليل) • والآن يكون قد انقضى نحو أسبوعين منذ بدء المحاق • استمر فى الدوران ولاحظ أن الجزء المضاء من الكرة يأخذ فى التضاؤل • استدر ربع دورة تحصل على وضع يمثل الرباعى الثالث • والآن يكون قد انقضى من الشهر نحو ثلاثة أسابيع.استمر فى الدوران فى نفس الاتجاه حتى تصل الى الوضع الأول •وبذلك يكون قد مر شهر • ان القمر قد تغير من المحاق الى الرباعى الأول، الى بدر مكتمل الى الرباعى الثالث، ثم عاد مرة أخرى الى المحاق •



• يوضح هذا الشكل أسباب أوجه القمر ويمثل الضوء الصادر من أى مصدر (النافذة أو المصباح) ضوء الشمس الذى يضىء القمر • ويمثل رأس الولد الأرض وعندما تتحرك الكرة (القمر) حول رأس الولد فان مساحات مختلفة منه سوف يغمرها الضوء • تذكر انه مالم تكن الكرة فى مستوى أعلى بقليل من الرأس فانه لن يحدث خسوف •

ان هذه التجربة تحتاج الى أن يقوم باجرائها كل تلميذ اذا أمكن ، وبذلك تتضح الفكرة • وسوف يساعدهم أيضا على الفهم القيام برسم الأشكال المختلفة على السبورة عندما يشاهدونها ، ومقارنة هذه الأشكال بأوجه القمر التى يشاهدونها ليلا •

ان استخدام المصباح لكى يضيىء الكرة وسيلة لمساعدة التلاميذ على فهم مايحدث فى السماء ليلا ، ولكن مايقدمه التلاميذ من اجابات صحيحة عن الأسئلة التى نوجهها اليهم عن الكرة والضوء ليس من الضرورى أن يعنى أن التلاميذ قد فهموا أسباب أوجه القمر • انها قفزة عقلية كبيرة من التجربة التى تتم فى الفصل الى مايحدث فى الفضاء حيث تحدث الظاهرة الحقيقية •

مشاهدة المد والجزر

ان دراسة أسباب المد والجزر تعد مثالا للمادة العلمية التى يحسن تأجيلها للدراسات المقبلة ؛ فالتلاميذ لا يكونون مستعدين لهذا الشرح الفنى الا فى أحوال نادرة جدا • ويكفى بالنسبة لهم أن يعرفوا أن المد والجزر موجودان ، وأنهما يحدثان بسبب جاذبية الشمس والقمر • ومن الواضح أنه اذا كان التلاميذ فى مكان قريب من المحيط ، فينبغى أن يذهبوا لكى يروا تأثير المد والجزر • فاذا لم يكونوا فى مكان قريب ، فربما يكون هنالك بعض التلاميذ الذين شاهدوا المد والجزر ممن يستطيعون أن يبينوا كيف ترتفع المياه فى أثناء المد ، ثم تنحسر بعد ذلك • واذا كان المدرس قد مر بمثل هذه الخبرة ، فانه يستطيع أن يصف لهم مايحدث عند الشاطىء فى أثناء المد والجزر • ولا شك أن مراعاة مواعيد دخول السفن الى الموانى وخروجها منها بحيث تناسب حالة المد والجزر تعد فكرة طريفة لمن لم يعرفها من قبل •

دراسة الكسوف والخسوف

ان حدوث الكسوف أو الخسوف فى أثناء السنة الدراسية ، قد يكون سببا كافيا لدراسة الفلك • فما من شخص تقريبا الا وتشوقه دراسة مثل هذه الظواهر • ان الصحف تعرض صورا ونبذا عن الكسوف والخسوف • وحتى عندما لا تشاهد هذه الظواهر محليا ، فانها تثير كثيرا من الاهتمام بها • ويقدم المرصد البحرى بالولايات

المتحدة المعلومات لمن يريدها حول الكسوف والخسوف ٠

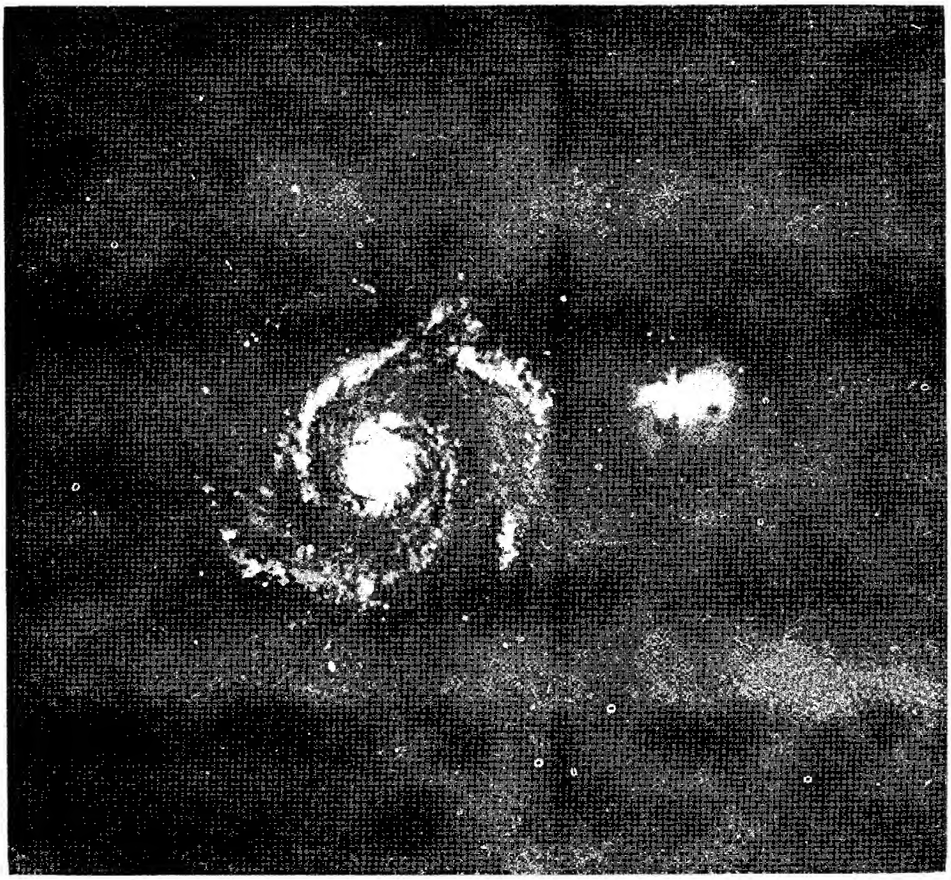
والتجارب المستخدمة لتوضيح أوجه القمر يمكن استخدامها أيضا لتوضيح الكسوف والخسوف ٠ وربما يثار السؤال التالى : « لماذا لا يحدث كسوف وخسوف كل شهر بسبب تحرك القمر حول الأرض ؟ » وينبغى أن يدرك التلاميذ بوضوح أن الأرض والشمس والقمر لا تكون غالبا فى صف واحد وفى نفس المستوى ٠

لقد نظر الأقدمون الى الكسوف والخسوف بخوف شديد ٠ لقد قدموا لها جميع التفسيرات الخرافية وكان موقفهم منها تشوبه روح الخرافة ٠ أما فى الوقت الحاضر فان معظم الناس يعتقدون أن الكسوف والخسوف ينتجان عن أسباب طبيعية وأنه يمكن التنبؤ بحدوثهما الى أقرب دقيقة ٠ وقد يكون من الطريف لدى التلاميذ مناقشة كيف أن التقدم فى دراسة الفلك قد أفادنا فى هذا السبيل ٠

وقد يكون من الطريف بهذه المناسبة أن تناقش مع التلاميذ سؤالا مثل : « ماذا تظن اذا سمعت اذاعة بالراديو تقول ان قارتنا قد غزاها قوم من المريخ ؟ » ٠ ان دراسة الفلك ينبغى أن تساعد التلاميذ على تقويم مثل هذه الأنباء وفى الحكم على بعض الأشياء المثيرة التى تضمها المطبوعات ٠

ملاحظة :

« مصادر لبحثها » عن الشمس والكواكب ستأتى فى نهاية الفصل التاسع (ب) ٠



الفصل التاسع - أ

البروج والمجرات

كيف نقيس الكون ؟ مانوع المقياس الذى سوف نستعمله لقياس الأبعاد الشاسعة بين النجوم ؟ ان خيالنا الذى أذهلته فعلا ملايين وبلايين الأميال داخل حدود المجموعة الشمسية ، يبحث عن نوع من الوحدات الجديدة لاستعمالها فى قياس ماوراءها من الامتدادات الشاسعة للفضاء ، انه يبحث عن مقياس ينطق بأرقام صغيرة مألوفة .

قد نحاول استخدام الزمن لقياس المسافة . ولقد فعل الهنود الأمريكيون ذلك عندما كانوا يقولون ان المسافة الى مكان ما تبلغ شهرين قمريين . لقد كانوا يقصدون طبعا أن الرحلة الى هذا المكان تستغرق شهرين بوسائل المواصلات التى كانت فى متناولهم . ومن الطرق المألوفة التى يستعملها المدرسون لتوضيح المسافات التى تضمها المجموعة الشمسية أن يقولوا ان سفينة الفضاء التى تتحرك بسرعة ألف ميل فى الساعة، تستغرق كذا من الوقت فى الوصول الى الأماكن المختلفة من أفراد هذه المجموعة . فنحن نقول مثلا ان هذه السفينة تستغرق عشرة أيام لكى تصل الى القمر ، ولكنها تستغرق عشر سنين لكى تصل الى الشمس . اننا نستطيع أن نفهم مدلول الرقم عشرة ، كما نفهم مدلول اليوم أو السنة ، ولقد رأينا الطائرات النفاثة تنطلق بسرعة تفوق سرعة الصوت وتبلغ نحو ١٠٠٠ ميل فى الساعة .

وهكذا اهتدينا الى طريقة للتعبير عن المسافات داخل نطاق المجموعة الشمسية . ولكننا اذا ماتركنا المجموعة الشمسية الى ماوراءها من

فضاء ، فاننا نصطدم بصعوبات عند استخدام الزمن الذى تستغرقه الطائرة لكى تصل الى هنالك ، واعتبرناه مقياسا للمسافات . ان الأرقام سوف تتضخم مرة أخرى . اننا نبحث عن شيء يمكن أن ينطلق فى الفضاء بسرعة أكبر . واننا نجد ضالتنا المنشودة فى شعاع الضوء . ان الضوء يستغرق وقتا لكى ينتقل من نقطة الى أخرى ، ولكننا لا ندرك ذلك لأنه يتحرك بسرعة هائلة تبلغ ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانيه . وهى سرعة تكفى لكى تجعله يدور حول الأرض سبع دورات فى الثانية الواحدة .

فاذا استعملنا هذا المقياس الضوئى لتقدير الأبعاد بين الأرض وكل من القمر والشمس ، فاننا نجد أن الضوء المنبعث من القمر يصل الى الأرض بعد رحلة قصيرة تستغرق ١ ١/٣ ثانية ، والى الشمس فى حوالى ثمانى دقائق . أما بالنسبة الى بلوتو البعيد الذى يقع قريبا من الحدود الخارجية لمجموعتنا الشمسية المعروفة ، فانه يستغرق ٥ ١/٣ ساعات .

انظر الى النجوم فى ليلة من الليالى الصافية. انها ، كما عرفنا فى الفصل السابق ، شموس بعيدة خارج نطاق مجموعتنا الشمسية . انها تبلغ من البعد درجة تجعلها تبدو كنقط من الضوء فى ظلمة السماء . ان أقرب النجوم التى نشاهدها فى نصف الكرة الشمالى وأشدها بريقا هى الشعرى Sirius فى مجموعة الكلب الأكبر (Big Dog) . ان الضوء يستغرق ثمانى سنوات لكى يصل من الشعرى الى أعيننا .

ولقد اختار الفلكيون السنة الضوئية واعتبروها وحدة أساسية ، وذلك على أساس استخدام سرعة الضوء كوسيلة مناسبة لقياس الكون . والسنة الضوئية مقياس للمسافة ، لا للزمن ؛ فهى المسافة التى يقطعها شعاع ضوئى يتحرك بسرعة ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية فى فترة مقدارها سنة واحدة (٦٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ ميل تقريبا) . ونجم الشعرى يبعد عنا بثمانى سنين ضوئية . أما نجم السماك الرامح (آركتيورس Arcturus) ، وهو نجم براق آخر ، فيبعد عنا بمسافة مقدارها ٤٠ سنة ضوئية . والنجم القطبى يبعد عنا بمسافة تبلغ ٤٠٠ سنة ضوئية .

ان استخدام الزمن كمقياس كونى يثير لدينا فكرة مذهلة . فعندما تنظر الى النجم القطبى ، فانك ترى الضوء الذى انبعث منه منذ ٤٠٠ سنة . وفى هذه اللحظة التى نحن فيها الآن ربما يكون النجم القطبى قد غير من مكانه الى مكان آخر (فحتى تلك النجوم التى كان يسميها القدماء نجوما ثابتة ليست ثابتة فى حقيقة الأمر). وربما يكون هذا النجم قد انفجر وصار باردا ومظلما . وان أحفادنا سوف يعرفون بعد ٤٠٠ سنة المكان الذى يشغله النجم القطبى اليوم والحالة التى هو عليها فى اللحظة الراهنة .

وعلى ذلك فعندما تنظر الليلة الى السماء ، فانك لا تحاول استطلاع امتداد الفضاء فحسب ، بل تستطلع فى نفس الوقت تاريخ الفضاء فى العصور السابقة . انك لا تنظر الى المسافات الشاسعة فحسب ، بل تنظر أيضا الى أغوار ماضى الزمان .

النجـــوم

المسافة والحجم واللون : سل أحد المبتدئين عن عدد النجوم التى يراها فى ليلة صافية ، وسوف يقول لك انها آلاف أو ملايين . والواقع أن عدد النجوم التى يمكن مشاهدتها بالعين المجردة من أية بقعة على الأرض فى أى وقت لا يزيد على رقم يتراوح بين ٢٥٠٠ و ٣٠٠٠ نجم، ويمكن مشاهدة مايقرب من ٩٠٠٠ نجم على مدار السنة فوق سطح الأرض كلها . ويمكن بطبيعة الحال باستعمال المناظير المقربة وآلات التصوير مشاهدة ملايين النجوم .

ومن مزاعم المشاهدين أن النجوم البراقة

هى النجوم الكبرى ، وأن النجوم الخافتة هى الصغرى • وتظهر هذه الخدعة بسبب عدم وجود صورة واضحة لدينا عن عمق الفضاء ، مما يجعل جميع النجوم تبدو لنا كما لو كانت على نفس البعد •

والواقع أن نجم الشعرى يبدو براقا لانه قريب • أما الذنب Deneb الذى يقع فى مجموعة البجعة Swan فيظهر أكثر خفوتا من الشعرى لأن بعده يبلغ نحو خمسين ضعفا لبعد الشعرى عنا • ولو أن النجوم تحركت وصارت على نفس البعد من الأرض لصار الذنب أشد بريقا فى السماء من أى نجم آخر •

ويتوقف بريق النجم على ثلاثة عوامل : بعده عن الأرض ، وحجمه ، ودرجة حرارته • وأقرب النجوم الى الأرض هو قنطورس Alpha Centauri ، ولا يمكن مشاهدته الا فى نصف الكرة الجنوبى ، ويبلغ بعده عنا ٤ ١/٣ سنوات ضوئية • ويبلغ بعد أبعد النجوم التى يمكن مشاهدتها بالعين المجردة عنا نحو مليون سنة ضوئية • أما أبعد النجوم التى يستطيع منظار مونت بالومر المقرب القوى ذو مائتى بوصة ، أن يميزها كجسم قائم بذاته فيبلغ بعده عنا ٢٠ بليون سنة ضوئية • أما أبعد المجموعات من النجوم التى يمكن العثور عليها بوساطة هذا المنظار فيبلغ بعدها نحو ٢ بليونى سنة ضوئية •

وتختلف النجوم فى أحجامها اختلافا كبيرا. فالنجوم الصغيرة التى تعرف بالأقزام dwarfs قد لا يزيد قطر الواحد منها على ١٠٫٠٠٠ ميل ، أى مايقرب من حجم الأرض • أما نجم عملاق مثل أنتارس Antares فيبلغ قطره نحو ٤٠٠ ضعف قطر شمسنا • وفى اختلاف النجوم بين الأقزام والعمالقة ، تعد الشمس نجما متوسط الحجم •

واذا تأملت النجوم بدقة ، فسوف تجد أنها ليست جميعا بلون واحد . فمنها المائل الى الاحمرار والمائل الى الاصفرار ومنها الأبيض والأبيض المشوب بزرقة • ويرجع اختلاف اللون الى اختلاف فى درجة حرارة النجوم : انك اذا سخنت قطعة معدنية فان لونها يكون أولا أحمر ، ثم يصير برتقاليا ، ثم أصفر ، ثم أبيض • وقد اعتاد الحدادون أن يأخذوا فكرة تقريبية عن حرارة المعادن التى يسخنونها عن طريق ملاحظة ألوانها. وقد اكتشف العلماء أن ذلك ينطبق أيضا على النجوم • فأكثرها حرارة تظهر زرقاء ، والتى أقل منها حرارة تظهر بيضاء ، والأبرد منها صفراء ، وأبردها جميعا تكون حمراء • وشمسنا نجم مصفر متوسط الحرارة ، أما نجم ابط الجوزاء فأحمر ، والنجم القزوينى Rigel وهو من أشد النجوم حرارة فتبلغ درجة حرارته ١٠٠٫٠٠٠ درجة فهرنهيت (حوالى ٥٥٥٠٠ م) • ونجم ابط الجوزاء الذى هو أبرد منه تبلغ درجة حرارته ٤٠٠٠ درجة فهرنهيت • وهذه الدرجات جميعا تمثل درجات الحرارة السطحية التى يمكن قياسها. أما باطن النجوم فأشد حرارة من ذلك بكثير ، اذ تبلغ درجات حرارتها الداخلية ملايين الدرجات.

ودرجة الحرارة العالية للشمس ، كما رأينا فى الفصل الثامن (أ) ليست نتيجة لعملية احتراق ، ولكنها ترجع الى النشاط الذرى العنيف الذى تتحد فيه ذرات الأيدروجين لكى تكون ذرات الهليوم ، كما فى القنبلة الأيدروجينية • ويصدق ذلك أيضا على النجوم الأخرى التى بالكون •

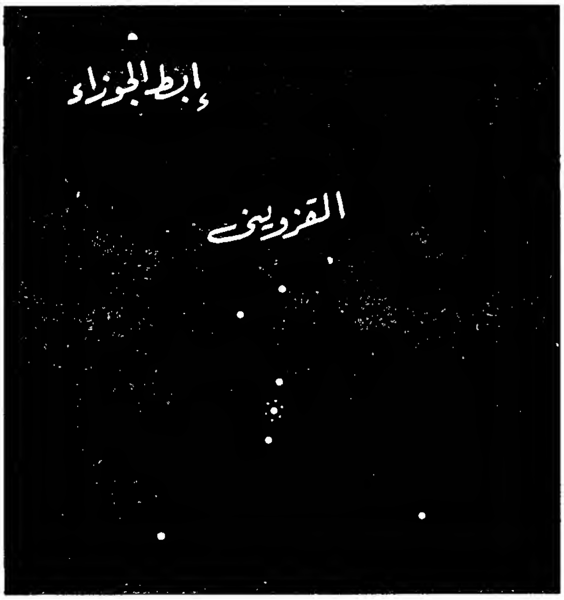
مراتب النجوم : لقد رأينا كيف أن البريق الظاهر للنجوم يتحدد بالمسافة والحجم ودرجة الحرارة • ولسهولة النظر الى النجوم ومعرفتها ، يقسمها الفلكيون تبعا لبريقها الظاهر ويضعونها فى مراتب مختلفة • وعندما نتكلم عن مراتب النجوم ، فان مرتبة النجوم لا تعنى حجمه ، بل بريقه ولمعانه • فأشد النجوم بريقا يوضع فى المرتبة الأولى • وبعبارة أخرى فان نجوم المرتبة الأولى هى أشدها بريقا ، ويبلغ بريقها فى المتوسط ضعفين ونصف ضعف بريق نجوم المرتبة الثانية • ونجوم المرتبة الثانية يبلغ بريقها

ضعفين ونصف ضعف بريق المرتبة الثالثة ، وهكذا • وأشد النجوم خفوتا مما نستطيع أن نراه عادة بالعين المجردة هى نجوم المرتبة الخامسة ، وفى بعض الأحيان نستطيع أن نرى أحد نجوم المرتبة السادسة • أما النجوم التى هى أخفت نجوم المرتبة السادسة ، فلا يمكن مشاهدتها الا من خلال المنظار المقرب • ونستطيع فى الوقت الحاضر أن نبصر بنجوم المرتبة الثالثة والعشرين باستخدام منظار بالومر المقرب. وهذه النجوم يبلغ بريقها نحو واحد من خمسة ملايين من بريق نجوم المرتبة الأولى •

ويوجد نحو عشرين من نجوم المرتبة الأولى. ومن النجوم الشهيرة منها الشعرى والنسر الواقع والعيوق والسماك الرامح والقزوينى والغميصاء والطير وابط الجوزاء والدبران والسماك الأعزل وفم الحوت والذنب • ويلاحظ أن الشعرى الذى يعد أشد نجوم المرتبة الأولى بريقا ، لا تصل شدة بريقه الى شدة بريق كوكبين هما الزهرة والمشترى •

النجوم المتغيرة : يتغير بريق بعض النجوم ، ولذلك فانها تسمى النجوم المتغيرة • فكثير منها يبدو كما لو كان يتوهج فجأة ثم يخفت تدريجيا وتتكرر هذه الدورة فى فترات شبه منتظمة • ومن أنواع النجوم المتغيرة نوع اسمه القيفصى Cepheid • وقد سمى بهذا الاسم تبعا لاسم أحد النجوم التى تبرق ثم تخفت فى مجموعة قيفص Cepheus • والنجوم التى من هذا النوع تتوهج ثم تخبو مرة ثانية مثل دقات الساعة • فنجم دلتا سفاى Delta Cephei مثلا يستغرق نحو خمسة أيام وثمانى ساعات لكى يمر من أشد أطواره بريقا الى أشدها خفوتا ثم يعود الى أشد بريقه مرة أخرى •

والنجوم « الجديدة » هى تلك التى لم تكن مرئية من قبل ثم تتوهج فجأة ، ويزداد بريقها سبعين أو ثمانين ضعفا • وليست تسميتها بالجديدة تسمية دقيقة ؛ اذ لا يقوم لدينا دليل على أنها جديدة فعلا • ولا نعرف أسباب توهج



تتكون مجموعة الجبار أو الصياد الاعظم من النجوم الثلاثة التى تقع على خط واحد ومن أبط الجوزاء ذات اللون الاحمر ، وهى من المجموعات التى شاهدتها شتاء • ومعرفة القصص القديمة حول هذه المجموعة وغيرها تزيد من طرافة مشاهدتها •

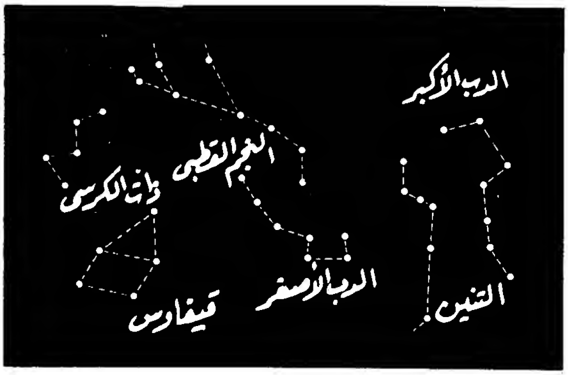
هذه النجوم • ويعد ظهور أحد النجوم بالغة الجدة Super nova وهى نجوم تتوهج بصورة غير مألوفة ، من الظواهر النادرة • وقد وصف الفلكى الدانماركى تيكوبراهى أحد النجوم بالغة الجدة التى ظهرت فى احدى أمسيات نوفمبر عام ١٥٧٢ • لقد تألق أحد النجوم التى لم تكن مرئية من قبل وزاد تألقه عن بريق الشعرى • وفى الليلة التالية كان أشد بريقا من كوكب الزهرة • وازداد بريقه فى الأيام التالية حتى انه كان يرى فى أثناء النهار • وفى سبتمبر من العام التالى خفت هذا النجم • ولم يعد يرى فى الوقت الحاضر •

ونعرف عن النجوم بالغة الجدة أكثر مما نعرف عن الجديدة ، وذلك برغم ندرتها • ويرجع ذلك الى أنها تترك آثارا نستطيع أن ندرسها • فقد أشارت السجلات اليابانية والصينية مثلا الى

أحد النجوم المتوهجة التى ظهرت فى سنة ١٠٥٤ • ولدينا من الأسباب مايدعونا الى الاعتقاد بأن انفجار هذا النجم قد أحدث سحابة من المادة النجمية التى يمكن مشاهدتها حتى اليوم والتى تعرف بسديم السرطان Crab nebula ويعتقد أن توهج أحد النجوم وتحوله الى نجم بالغ الجدة يمثل انفجارا ذريا على مستوى سماوى •

ويعتقد أن جميع النجوم تعد فى الواقع متغيرة• وفى السنوات الحديثة تجمع لدى الفلكيين من الشواهد مايدعوهم الى الاعتقاد بأن النجوم التى فى السماء تختلف فى أعمارها اختلافا كبيرا ، وأنها تمر بنوع من دورة الحياة • فتطور النجوم ، تبعا لنظرية من النظريات ، يسير فى مراحل متتالية • فهى تكون فى بادىء الأمر نجوما حديثة زرقاء حارة ، ثم تصير بيضاء ، فصفراء ، ثم تصير فى آخر الأمر نجوما مسنة باردة حمراء •

الحركة : وآسفاه على أولئك الذين يبحثون عن صخرة ثابتة لا تتحرك فى هذا الكون المحير ! فحتى النجوم « الثابتة » ليست ثابتة بل متحركة فى الفضاء فى اتجاهات مختلفة • ان بعضها يتحرك نحو المجموعة الشمسية وبعضها الآخر يتحرك بعيدا عنها ، وقد لا تكون النجوم متحركة



المجرات القريبة من النجم القطبى يمكن مشاهدتها فى كل ساعة من ساعات الليل • ومن السهل العثور عليها • وهى تساعد على معرفة المجموعات الأخرى •

فى خطوط مستقيمة • ويعرف الفلكيون سرعة مئات من النجوم واتجاهاتها • وهذه الحركة على مدى آلاف السنين تجعل تجمعات النجوم متغيرة أو تغير من أشكالها •

البروج

عندما يأتى الليل فان السماء بنجومها اللامعة تدعونا لكى ننضم الى ركب المشتغلين بهواية تأمل السماء ، وهى من الهوايات القديمة . فمنذ زمن بعيد رأى البدائيون من البشر فى مجموعات النجوم صور الكثير من الأشياء المألوفة كالحيوانات والانسان • وقد رسم الهنود الحمر هذه المجموعات على جلد الجاموس • أما قدماء الاغريق والرومان فقد ملأوا السماء بآلهتهم وشعرائهم •

وقد يصعب علينا اليوم أن نتتبع أوجه الشبه بين مجموعات النجوم أو البروج وبين هذه الصور الخيالية ؛ فقد نفضل أن ننظر الى النجوم التى تكون برج الفرس الأعظم Pegasus مثلا على أنها أحد ملاعب البيس بول أكثر من أن نتصورها حصانا مجنحا أبيض اللون • وسواء أنظرنا الى مجموعات النجوم على أساسها الخرافى أم على أساس جديد آخر ، فان معرفة هذه البروج يعد من الأمور الطريفة ، كما يعد وسيلة سهلة لتحديد مواضع النجوم وغيرها من الأجرام السماوية •

ان الجزء الذى نستطيع أن نشاهده من السماء فى أى ليلة من الليالى محدود بحكم أننا نعيش فى نصف الكرة الشمالى من كرة أرضية صلبة • أما من يعيشون فى نصف الكرة الجنوبى فيطلون على جزء مختلف من السماء ويرون بروجا أو مجموعات من النجوم لا نراها أبدا •

ويتأثر منظر السماء بالنسبة لنا بفصول السنة ؛ اذ أن الأرض تكون فى مواضع مختلفة من فلكها حول الشمس فى الأوقات المختلفة من السنة •

فبعض المجموعات أو البروج لا يمكن مشاهدتها الا صيفا وبعضها الآخر لا يشاهد الا شتاء • ومن حسن التوفيق أن هنالك بعض مجموعات النجوم التى يمكن مشاهدتها بصورة دائمة كالمجموعة التى حول النجم القطبى • ومن هذه الدب الأكبر ، والدب الأصغر ، والتنين ، وذات الكرسى (كاسيوبيا Cassiopeia والفيجاوس Perseus وقيفاوس Cepheus

ولكى تتعرف النجوم لأول مرة فقد يحسن بك أن تبحث عن النجم القطبى فى مجموعة الدب الأكبر • ان هنالك نجمين يكونان الجزء من البرج المقابل ليد الدب ويعرفان بالدليلين •

فاذا تصورنا خطا يمر بهذين الدليلين ويمتد نحو خمسة أمثال المسافة بينهما ، فانه يوصلنا الى النجم القطبى • وبهذه المناسبة فان النجم القطبى الذى يبدو للعين المجردة كنقطة مضيئة واحدة ليس نجما واحدا ، بل ثلاثة أنجم • ومن العجيب أنه يوجد عدد كبير من هذه النجوم المضاعفة فى السماء ، فبعضها ثنائى ، والبعض ثلاثى ، والبعض رباعى ، أو أكثر ، عندما تشاهد خلال المنظار المقرب •

والنجم القطبى يقع عند نهاية يد الدب الصغير الذى هو جزء من مجموعة الدب الأصغر • وليس النجم القطبى من النجوم شديدة البريق ، ومع ذلك فانه أكثر نجوم هذه المجموعة بريقا • وهاتان المجموعتان الصغيرتان موضوعتان بحيث اذا كانت احداهما معتدلة ، فان الأخرى تكون مقلوبة ، وبحيث تمتد أذرعهما فى اتجاهين متضادين •

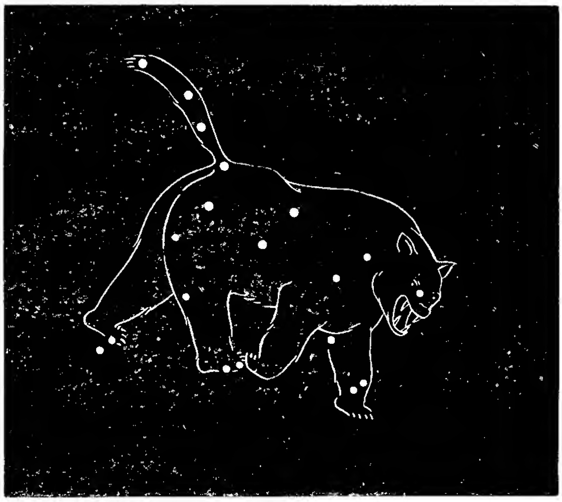
واذا تتبعت خطا من الدليلين الى النجم القطبى ثم مددته مسافة مساوية عبر السماء ، فانك تقترب من مجموعة ذات الكراسى • ويكون خمسة من نجوم هذه المجموعة حرف W أو حرف M فى السماء • وبالقرب من ذات الكرسى ، وهى الملكة الخرافية لأثيوبيا ، ويوجد زوجها قيفاوس Cepheus وتكون مجموعة قيفص شكلا لا يبعد كثيرا عن شكل مثلث داخل مربع • ويوجد ضمن هذه المجموعة النجم دلتا سفاى Delta Cephei وهو من أكثر النجوم المتغيرة شهرة •

والآن ارجع الى الدب الكبير وتتبع يده لكى تجد النجم البراق السماك الرامح وهو أحد النجوم القليلة التى ورد ذكرها بالانجيل • وكلمة اركتيورس معناها سائق الدب • وهو يقع فى ذيل مجموعة تسمى مجموعة الصياد وقد استخدم الضوء المنبعث من السماك الرامح بوساطة بطارية كهروضوئية لكى يدير مفتاح النور عند افتتاح المعرض العالمى بشيكاجو عام ١٩٣٣ • وقد اختير هذا النجم لأن ضوءه ظهر لأول مرة عام ١٨١٣ • وهو تاريخ أول سوق عالمية بشيكاجو ، واستغرق فى رحلته أربعين سنة •

ومجموعة الفرس الأعظم • التى ذكرناها من قبل ، احدى المجموعات الشهيرة فى سماء الخريف. ان نجومها الثلاثة التى هى من أشد النجوم بريقا بالاضافة الى أشد النجوم بريقا فى مجموعة الاندروميدا (المرأة المسلسلة) المجاورة ، تكون الشكل الرباعى الذى يعرف بمربع الفرس الأعظم وفى المرأة المسلسلة (الاندروميدا) Andromeda التى تمتدا عن هذا المربع توجد بقعة خافتة من الضوء • وهذه الحزمة الرقيقة من السماء تتألف فى الواقع من مائة بليون نجم ! وسوف نتناول هذه المجموعات بشىء من التفصيل بعد قليل وبسبب شهرة هذه المجموعة أنها احدى المجموعات النادرة التى يمكن مشاهدتها بالعين المجردة •

وهنالك خط من النجوم البراقة يمتد من الفرس الأعظم الى المرأة المسلسلة ويشير الى الطريق الموصل الى الفيجاوس Perseus ومن بين نجوم هذه المجموعة النجم المتغير «الغول» Algol وله دورة من البريق والخفوت مداها ثلاثة أيام • وتتميز مجموعة الفيجاوس كما ذكرنا فى الفصل الثامن (أ) بأنها تحدد موضع سيول الشهب البراقة التى تظهر فى شهر أغسطس •

مجموعة التنين Draco أو الحية المجنحة Dragon قد يصعب العثور عليها ، لأنها لا تضم أيا من نجوم المرتبة الأولى ، وحدودها التى



سوف يساعدك الخيال الخصيب على تصور هذه المجموعة من النجوم على صورة دب . لاحظ أن الدب الأكبر ليس الا جزءا من هذه المجموعة .

يصعب وصفها تتعرج بين مجموعتى الدب ، ثم تنثنى نحو قيفص ، ثم مرة أخرى نحو الجاثى Hercules .

ومجموعة الجاثى مثل التنين ليس بها نجوم براقة ، وقد صورها الأقدمون كشخص جاث يرفع فى يده مضربا أو صولجانا يستعد به لتحطيم رأس التنين . ومن الممكن مشاهدة مجموعة كرية من النجوم البراقة ، داخل مجموعة الجاثى بالعين المجردة وهى تزداد وضوحا باستخدام المنظار المقرب .

ومن أشد المجموعات بريقا وأكثرها روعة فى فصل الشتاء مجموعة الجوزاء أو الجبار Orion أو الصياد الجبار Mighty Hunter ، ويتكون الحزام الذى يحيط بهذا الشكل من ثلاثة نجوم تقع على خط واحد بينها مسافات متساوية ، ويستطيع أن يراها حتى سكان المدن الذين يتفحصون السماء . ويقع هذا الحزام فى وسط شكل رباعى تقريبا ، يكون جسم الجبار . وتقع الشمس العملاقة « ابط الجوزاء » فى احدى زوايا الشكل الرباعى مكونة الكتف اليمنى للشكل ، ويقع القزوينى المتوهج فى الطرف الأسفل الى اليسار ، مكونا القدم اليسرى للجبار .

فاذا تتبعت حزام الجبار الى أشد نجوم السماء بريقا وهو الشعرى Sirius فى مجموعة الكلب الأكبر Great Dog ، فانك تجد بجواره نجم الغميضاء Procyon الذى يقع ضمن مجموعة الكلب الأصغر Little Dog القريبة . وفيما عدا الشعرى فان الغميضاء التى يبلغ بعدها نحو ١٠½ سنوات ضوئية تعد أقرب النجوم الكبرى الى الأرض التى يمكن مشاهدتها فى نصف الكرة الشمالى .

وعندما نشاهد السماء فى ليلة من ليالى الصيف اللطيفة ، فان المجموعات النجمية تبدو كما لو كانت تدور فى السماء . وهذه الحركه الظاهرية ترجع بطبيعة الحال الى دوران الأرض حول محورها . ومع ذلك فان هنالك نجما واحدا يبدو ثابتا فى السماء ؛ ذلك هو النجم القطبى الذى يقع فوق القطب الشمالى من الأرض ، فوق أحد طرفى المحور الذى تدور حوله الأرض . وجميع هذه النجوم تبدو كما لو كانت تدور حول النجم القطبى . والمجموعات القريبة منه كالدبين تبدو محيطة به فى أثناء الليل . أما النجوم البعيدة عن النجم القطبى فتتبع دوائر أخرى أكبر استدارة فى السماء ، وأشد هذه النجوم بعدا يبدو كما لو كان يشرق من الشرق ويغرب فى الغرب .

طريق التبانة

ماعنواننا فى الكون ؟ وما موضع مجموعتنا الشمسية ــ الأرض والكواكب الأخرى والشمس فى السماء ذات النجوم ؟ وبالاختصار ماتركيب هذا الكون ؟ وأين نحن من هذا التركيب ؟ اذا اتجهنا نحو مجموعات النجوم لكى نحصل منها على اجابة ، فاننا لا نجد مايساعدنا كثيرا فى



الشمس أحد ملايين النجوم فى مجرتنا طريق التبانة ٠

المجموعات من نجوم تقع فى نفس الاتجاه من الحصول على بغيتنا ٠ فغالبا ماتتكون هذه المجموعات من نجوم تقع فى نفس الاتجاه من الأرض تقريبا ٠ فعندما ننظر الى أعلى ، لا تستطيع أعيننا أن تتبين عمق الفضاء ٠ ولذلك فانه لا عجب أن ظن الأقدمون أن السماء قبة مستديرة تزينها الأضواء المتلألئة ٠ وقد كشف ماقام به الفلكيون من ملاحظات دقيقة وحسابات ٠ على أنه برغم أن النجوم تبدو فى مستوى واحد ، فان بعضها قد يقع وراء البعض الآخر بمسافات شاسعة ٠

ومجموعات النجوم فى ذاتها لا تكشف عن تركيب الفضاء بأبعاده الثلاثة ٠ فكيف تنظم النجوم اذن ؟ اذا نظرنا الى السماء فى ليلة صافية ، فاننا نشاهد بها شريطا مضيئا ، هو طريق التبانة Milky Way ٠ فاذا فحصناه حتى بمنظار صغير ، فاننا نجد أنه يشتمل على ملايين النجوم التى يتركز عمقها فى الاتجاه الذى ننظر فيه ، بحيث تكون فى السماء ما يسمى طريق التبانة ٠ ويوجد بالسماء على كلا جانبى هذا الطريق كثير من المجموعات القليلة من النجوم ، وكلما بعدنا عن طريق التبانة قل عدد النجوم ٠ فماذا يكشف كل ذلك بالنسبة الى تنظيم النجوم ؟

لقد توصل الفلكيون فى خضم حيرتهم بهذه الأمور الى أننا نقع فى وسط قرص هائل أو مجموعة دائرية من النجوم ٠ انهم يسمون هذا القرص أو تلك المجموعة الدائرية الكبرى أو مانسميه طريق التبانة بالمجرة أو طريق اللبن أو الجالاكس ، وهى كلمة مشتقة من الكلمة الاغريقية جالا Gala ومعناها اللبن ٠ ولما كنا داخل هذا القرص من النجوم ، فاننا لا نستطيع أن نراه على حقيقته ٠ وقد يساعدنا على تخيله أن نتصور أن هذه المجرة تشبه احدى فطائر الكرز «الكريز» الموضوعة فى الفضاء دون أن يكون لها طبقة خارجية تغطيها ٠ فكل كرزة « كريزة » فى هذه الفطيرة تمثل أحد النجوم المتلألئة ، والشمس واحدة منها ٠ ويمكنك الآن أن تتصور ماتستطيع أن تراه « احدى الكريزات » الموجودة فى هذه الفطيرة ٠ فعند النظر الى حافة الفطيرة ، يرى عدد كبير من الكرز فى صورة صف أو شريط ، وعند النظر الى قمة الفطيرة أو قاعها ، يرى عدد أقل من الكرز ٠ وعلى ذلك ففى مجرتنا الفطيرية نستطيع أن نرى طريقا من الكريز يمتد فى اتجاه واحد عبر أبصارنا ٠

وعلى ذلك فان طريق التبانة الذى نشاهده فى سمائنا ، يمثل المنظر الداخلى لمجرة عظيمة من النجوم ، نحن فى وسطها ٠ وجميع النجوم التى تشاهد بالعين المجردة ، ومعظم تلك التى تشاهد بالمناظير المقربة ، ليست الا جزءا من المجرة الكبرى التى تضم نحو ١٠٠ بليون نجم ٠ وتختلف هذه المجرة عن الفطيرة التى أشرنا اليها فى أن بها كثيرا من الفضاء الذى يتسع لعدد آخر من النجوم يبلغ مليون ضعف العدد الموجود بها حاليا ٠

فما حجم هذه المجرة ؟ اننا نستخدم سرعة

الضوء مرة أخرى لقياسها • ولقد ذكرنا من قبل أننا اذا تحركنا بسرعة الضـوء ، فاننا نستغرق أكثـر من ثانيـــة بقليل لكى نصـل الى القمر ، ونستغرق ثمانى دقائق لكى نصل الى الشمس ، و ٤½ سنوات لكى نصل الى أقرب نجم • فاذا تحركنا بهذه السرعة التى تبلغ ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، فاننا نحتاج الى ١٠٠٫٠٠٠ سنة لكى ننتقل من أحـد أطراف هـذه المجرة الى الطرف الآخر ، ونحو ١٠٫٠٠٠ سنة لكى نخترق سمكها العظيم • وعلى ذلك فان مجرتنا تشبه عجلة قطرها ١٠٠٫٠٠٠ سنة ضوئية وسمكها ١٠٫٠٠٠ سنة ضوئية •

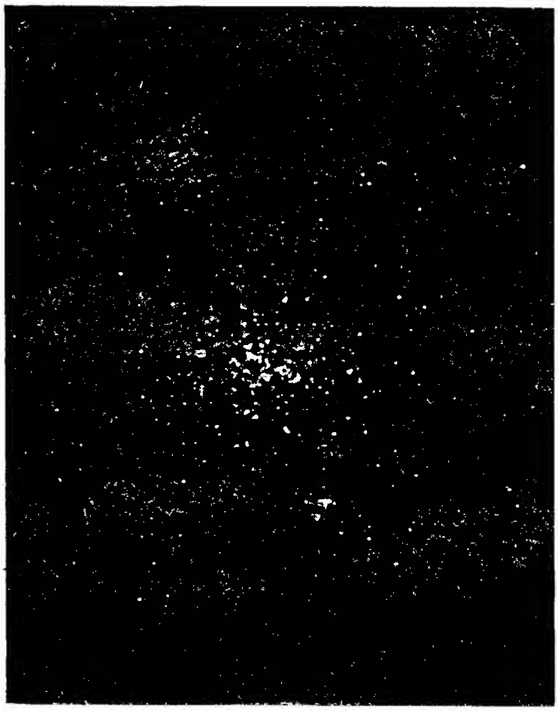
فأين تقع مجموعتنا الشـمسية من هـــذه العجـلة ؟ يقـدر الفلكيون أننـا نقـع على بعد ٢٦٫٠٠٠ سنة ضوئية من مركزها ، وبالقرب من حافتها ، وفى المســتوى المركزى لها • والمجرة كلها تدور، لا كما يدور الجسم الصلب ، ولـكن كما تدور المجموعة الشمسية ، بمعنى أن جميـع النجوم تتحرك فى نفس الاتجاه حـول المركز ، ولـكن فى سرعات مختلفة • وبرغم أن شـمسنا ومجموعتها الشمسية تتحرك بسرعة ١٤٠ ميلا فى الثانيـة فى فلك شـبه دائرى فانها تستغرق ٢٠٠ مليون سنة لكى تتم دورة كاملة حول المركز.

ولعلنــا نستطيع أن نحصـل على أوضح صـورة لمجرتنا اذا نظرنا الى مجرة أخـرى خارج مجرتنا • وأحسن مانعرفه من هذه المجرات هو الحلزونة الكبرى داخـل مجموعة المرآة المسلسلة التى يمـكن مشاهدتها بالمناظير المقربة كمجموعة يبلغ عدد نجومها ١٠٠ بليون نجم ، وهى ذات أذرع حلزونية • وعلى الصفحة الأولى من هـــذا الفصل صورة لسديم الدوامة المشهور فى المجموعة النجمية المساة بمجموعة الكلب Canes Venatici وتظهر فيها الأذرع الحلزونية بوضوح ، وهـــذه المجرة ، هى ومجرة المرآة المسلسلة الحلزونية ، تشبه كل منهما مجرتنا من حيث الشكل وأفرادها من النجوم •

الكون

لنعد مرة أخرى الى سؤالنا : ماموضعنا فى هذا الكون ؟ وكما يأخذ الطفل فى ادراك أن هنالك وحدات فى بيئته أكبر وأكبر مثل المنزل ، والحى ، والمدينــة ، وهكذا ، فان الفلكيين قد اكتشفوا سلسلة وحدات متزايدة الاتساع فى السـماء • فمجرتنا ذات مائة الألف السنة ضوئية لا تشمل الكون كله • فقد دلت الدراسات الحديثة على أنها جزء من قرص أكبر قطره ٤٠ مليون سنة ضوئية وسمكه بضع ملايين من السنين الضوئية . وطريق تبانتنا يقع بالقرب من طرف هذه المجرة العظمى ، التى تضم عشرات الآلاف من المجرات الأخرى •

فهل هذه المجرة الكبرى هى الكون بأكمله ؟ كلا لأن هنالك مجرات عظمى غيرها ، ومنها واحدة فى مجمـــوعة الهايدرا Hydra وتكشف الدراسات عن مزيد منها •



ان هـذه المجموعة من النجوم فى مجرة الجائى تتألف ن منات الآلاف من النجـوم ، ولكننا لا نسـتطيع أن نرى كل نجم منها بالعين المجردة لأن المجموعة بعيدة عنا جدا •

فهل تكون هذه المجرات العظمى فيما بينها مجموعة أكثر تعقيدا ؟ هذا هو سؤال المستقبل . فاذا عدنا الى سؤالنا الأصلى حول عنواننا فى الكون ، فان أفضل اجابة نستطيع أن نعطيها فى الوقت الحاضر هى :

الكوكب : الأرض

النجم : شمسنا

المجرة : طريق التبانة

المجرة العظمى : مجرتنا

الكون

لقد بقيت فكرة أخرى عن « عنواننا فى الفضاء » . اذا كان عليك أن تعود الى بلدتك بعد غيبتك عنها عدة سنوات ، فقد يستولى عليك العجب اذا وجدت أن المسافة بين جميع المنازل قد ازدادت ، بحيث صار المنزل المجاور لمنزلك على بعد ميل منه وأن المدينة كلها قد تناثرت مبانيها على مساحة تبلغ ١٠٫٠٠٠ ضعف مساحتها السابقة . فاذا تصورت أن كل منزل من هذه المنازل يمثل مجرة ، أو مجرة عظمى ، فان هذا يساعدك على فهم مايسميه الفلكيون « الكون المتمدد ».أن دراسة المجموعات البعيدة من النجوم بمساعدة السبكتروسكوب أو جهاز تحليل الطيف وسوف ندرسه بعد قليل ، تكشف لنا عن أن المجرات تتباعد بعضها عن بعض بسرعة مذهلة ؛ اذ تبلغ سرعة بعضها ٧٥٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، أو ٤٠٪ من سرعة الضوء . وقد اكتشف الفلكيون أيضا أنه كلما بعدت المجرات عنا ، ازدادت السرعة التى تتحرك بها . وينبغى أن يكون واضحا أن التمدد فى « الكون المتمدد » انما يشير الى ازدياد الفضاء بين المجرات ، ولا يشمل حجم المجرات ذاتها . وعلى ذلك فان مكاننا المنعزل فى أجواز الفضاء ، يزداد عزلة كلما ابتعد جيراننا عنا .

كيف ندرس النجوم

ان المعدات الأساسية التى يمتلكها الانسان لاستكشاف السماء هى عيناه وذكاؤه وتخيله . ولكى يساعد الانسان حواسه فقد اخترع أشياء مثل المنظار المقرب ، وآلة التصوير ، وجهاز تحليل الطيف ، واخترع حديثا التلسكوب الاذاعى . وبمساعدة جميع هذه الأدوات استطاع الانسان أن يقيس أبعاد النجوم وأحجامها ، وأن يقدر درجات حرارتها ويحلل تركيبها أو يرسم حركتها ويصف تطورها وسوف نحاول الآن أن نلقى نظرة سريعة على بعض الأدوات الفلكية .

المنظار المقرب : فى عام ١٩٢٨ وجه جورج الرى هيل – وهو فلكى أمريكى – نداء يحث فيه على عمل منظار مقرب جديد . وأقام هيل نداءه على أساس ثلاث مشكلات فلكية لم تحل بعد ، وهى : تطور النجوم ، وتركيب الكون ، وتركيب المادة . واستجابت الهيئة التربوية العالمية التابعة لمؤسسة روكفلر لندائه ، فقدمت منحة قدرها ٦ ملايين دولار ، وأصبح من الممكن بناء منظار مقرب ذى ٢٠٠ بوصة ، كما أمكن اقامة مرصد على جبل بالومر بكاليفورنيا فى عام ١٩٤٨ . وعلى ذلك فقد أضيفت الى آلاف الآلات التى يستعملها الانسان آلة جديدة تعد أقوى المناظير المعروفة جميعا ، لكى تعينه على دراسة النجوم .

وتلسكوب بالومر كغيره من المناظير المقربة ، يهيىء للانسان « عينا » أكبر : لأنه يستطيع أن يجمع من الضوء أكثر مما تجمعه عين الانسان ، ولأنه يستطيع أن يكبر المنظر . ويعد هذا المنظار من أمثلة المناظير العاكسة ، فهو يستخدم مرآة دائرية كبيرة قطرها ٢٠٠ بوصة (أكثر من خمسة أمتار) لكى تجمع ضوء النجوم وتركزه . هذا بينما يقوم التليسكوب الكاسر للضوء على أساس استخدام عدسة لكى تجمع الضوء وتركزه . وقد استخدم جاليليو منظارا كاسرا لاستطلاع السماء واكتشاف السهول والجبال وفوهات البراكين على سطح القمر والأقمار التى تدور حول كوكب

المشترى • وفى كلا النوعين من المناظير المقربة ، سواء منها العاكسة والكاسرة ، تقوم عدسة فى القطعة العينية التى ينظر خلالها الفاحص بتكبير الصورة •

ومنظار يركز Yerkes الكاسر المقرب — وهو أكبر منظار من نوعه فى العالم — به عدسة لامة قطرها ٤٠ بوصة • أما المنظار الذى يحمل العدسة ، فيبلغ طوله ٦٠ قدما ، وهو فى وليامزباى بولاية وسكونسن بأمريكا • وهنالك تليسكوب عاكس آخر فى مرصد ليك Lick على جبل هاملتون بالقرب من سان جوز فى كاليفورنيا •

ومنظار مونت بالومر المقرب ، بمرآته ذات الـ ٢٠٠ بوصة والتى يصل وزنها الى ١٤٫٥ طنا ، له قدرة على تجميع الضوء تبلغ مليون ضعف قدرة العين • وقد قام فعلا بأخذ آلاف من الصور الفوتوغرافية للنجوم النائية والمجرات • ويتوقع الفلكيون استخدامه لتصوير الأشياء التى يبلغ بعدها ٢ بليون سنة ضوئية • ولعل أهم ماحققه هذا المنظار حتى اليوم بالنسبة للنظرية الفلكية ، هو تصحيح تقديراتنا للمسافات خارج مجرة طريق التبانة • فلقد ضوعفت جميع الأرقام الدالة على أبعاد الأجسام البعيدة ، وعلى ذلك فان الاندروميدا ليس بعدها مليون سنة ضوئية ، بل مليونين • ويلى منظار بالومر فى القوة المنظار العاكس ذو المائة البوصة فى مونت ويلزون ، بالقرب من بازادينا بكاليفورنيا •

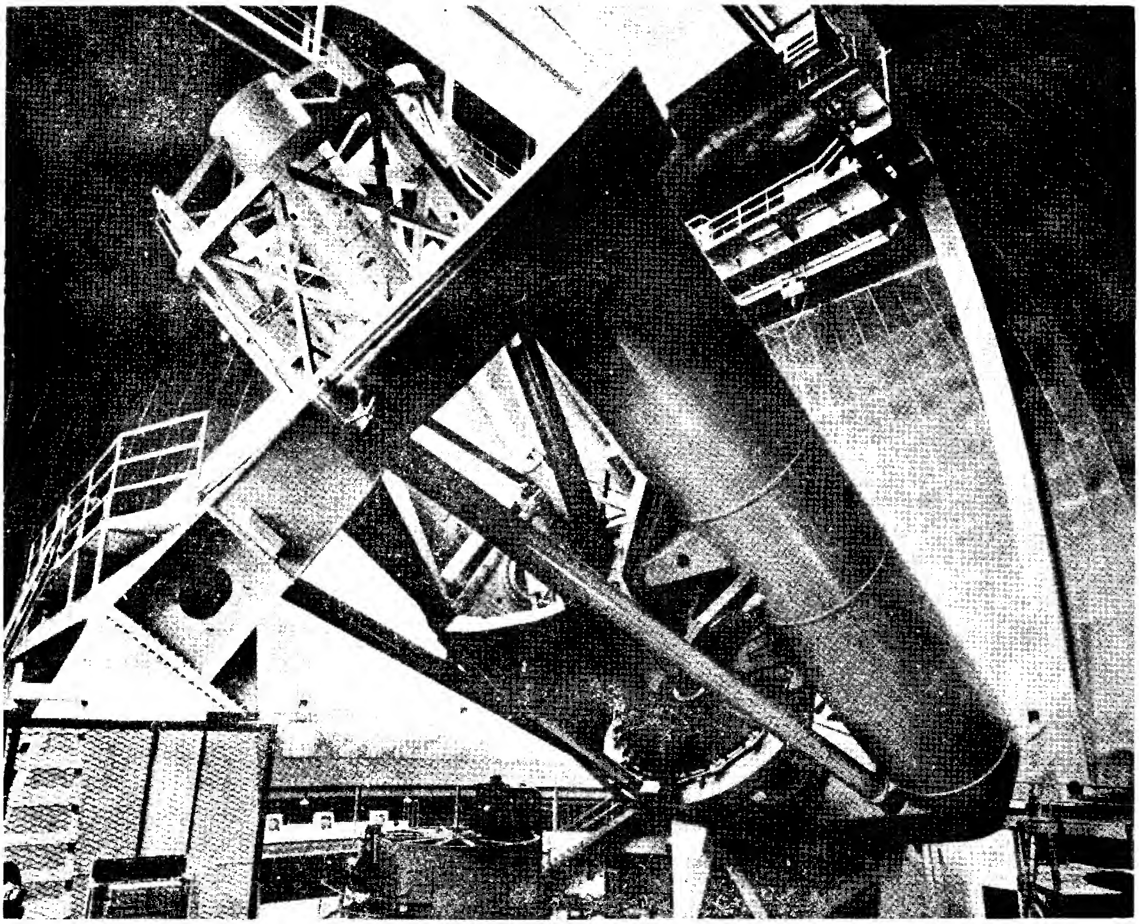
وتوضع المناظير المقربة عادة على قمم الجبال، لأن الهواء هنالك يكون عادة أكثر خلوا من الغبار والغيوم وعدم وضوح الرؤية ؛ لأن الموضع يكون عادة بعيدا عن أضواء المدن • وهى تحمى من الجو بوساطة قبة تنفتح نحو السماء • وتقوم محركات خاصة بادارة المنظار المقرب بحيث يتحرك غربا لكى يعوض حركة الأرض نحو الشرق فى أثناء دورانها • وبذلك تقف الأجرام السماوية «ثابتة» للملاحظة الطويلة • ويعمل تصحيح من أجل الحركة الأقل من السابقة التى تتسبب عن دوران الأرض فى فلكها سنويا حول الشمس • وفى المراصد الحديثة الكبرى ، يكون الفلكى شيئا صغيرا فى هذا التصميم الهندسى الضخم ، ولكنه يقوم عن طريق التليفون بتوجيه مهندسيه الى طريقة المحافظة على بقاء التليسكوب ثابتا على نقطة معينة فى السماء •

آلة التصوير : لم يعد الفلكى ينفق كثيرا من وقته ناظرا من خلال التليسكوب بعينيه ذاتهما ، ولكنه يستخدم بدلا من ذلك آلة تصوير يوصلها بالتليسكوب ، ثم يكرس جهوده للابقاء على الصورة فى مكانها • ان للعين الانسانية — حتى عندما تستعين بالمنظار المقرب — قدرة محدودة ؛ فهى تجهد بعد فترة وجيزة • كما أنها ليست حساسة للألوان فى الضوء الخافت • وهى لا تستطيع أن تحتفظ بالصور فترة طويلة ، وعلى ذلك فانها لا تستطيع أن تبنى من الصور الضعيفة صورا أخرى قوية • وتتغلب آلة التصوير على جميع هذه الصعوبات ، اذ أنها لا يصيبها الكلل • ومن الممكن عمل أفلام شديدة الحساسية للضوء وللألوان المختلفة ، والفيلم فوق ذلك يستطيع أن يحتفظ بالصور وأن يبنى من الصور الضعيفة صورا قوية ، حتى اذا استدعى ذلك تعريضه لنفس الصورة لليالى عديدة •

ولهذا السبب فان جميع المناظير الفلكية تستخدم استخداما كليا كآلات تصوير، لا كآلات ابصار • فباستخدام التصوير الفوتوغرافى تمكن العلماء فى جميع أنحاء العالم من أن يعملوا معا • فيقومون بتصوير كل جزء من السماء لكى يحصلوا على صورة للكون أكثر تفصيلا •

جهاز تحليل الطيف : كيف نعرف التركيب الكيميائى للنجوم ؟ ان الاجابة عن هذا السؤال تنحصر فى أن الضوء المنبعث من الأجرام السماوية عندما يحلل ، فانه يقدم للعلماء شواهد على أنواع الذرات الموجودة بهذه الأجسام • فلنحاول أن نرى كيف يحلل العلماء ضوء النجوم •

عندما يمر ضوء الشمس خلال أحد جوانب

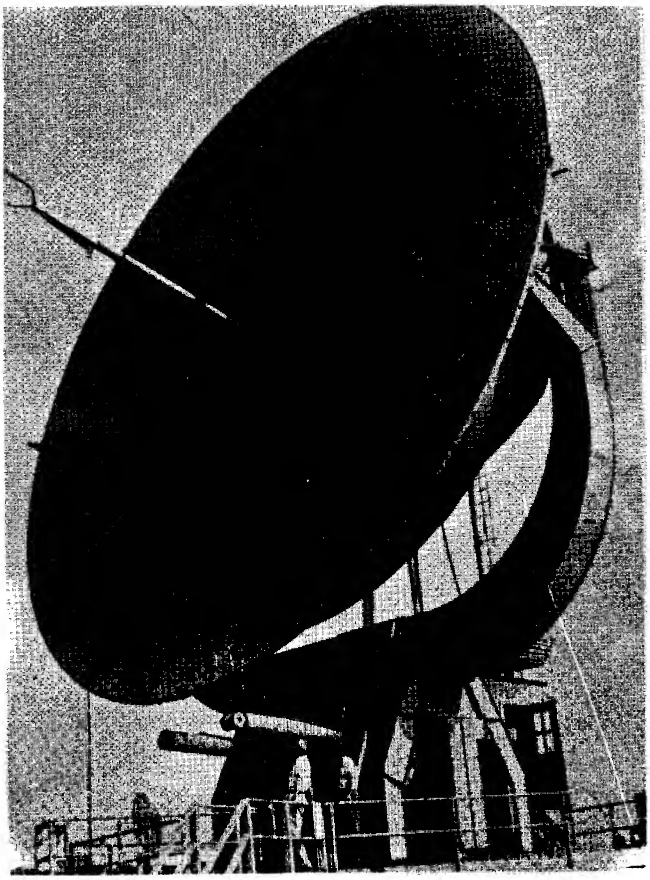


لقد مكننا استخدام منظار مونت بالرمو بكاليفورنيا من الوصول الى كثير من المكتشفات حول النجوم الثائية ومجموعات النجوم وحول الكون ٠

منشور زجاجى ، فانه يخرج من جانبه الآخر طائفة من الألوان تعرف بالطيف ٠ ان ضوء الشمس الأبيض خليط من الألوان المختلفة ، والمنشور الزجاجى يجعل كل لون من هذه الألوان ينحنى بزاوية تختلف قليلا عن زوايا الألوان الأخرى ، وبذلك يحلل الضوء الأبيض الى الألوان الأخرى التى تدخل فى تركيبه ٠

وتضم آلة خاصة تعرف بجهاز تحليل الطيف (سبكتروسكوب) منشورا بسيطا وعدسة بصرية فاذا فحص ضوء الشمس بهذا الجهاز ، فان الألوان تنفصل بعضها عن بعض بصورة أكبر ، وتظهر على هيئة خطوط طويلة تشبه الى حد ما أصابع البيانو فى ألوانها بحيث تتدرج الأصابع البيضاء فى ألوانها من الأحمر البرتقالى والأصفر والأخضر والأزرق الى البنفسجى ، وبحيث تمثل الأصابع السود خطوطا سودا تفصل الخطوط البيض ، ولكن على مسافات غير منتظمة ٠

لقد وجد العلماء أن كل عنصر من العناصر الكيموية المعروفة ، اذا سخن حتى يتوهج وينبعث منه الضوء ، فانه يعطى لونا خاصا عند فحصه بجهاز تحليل الطيف ٠ وعلى ذلك فان عنصر الصوديوم ينتج خطين أصفرين براقين منفصلين بعضهما عن بعض ٠ وليس من بين العناصر مايفعل ذلك غير الصوديوم ٠ فاذا لاحظ أحد الفلكيين ذلك عند فحصه للضوء المنبعث من أحد النجوم خلال السبكتروسكوب ، فانه يعرف أن هذا النجم يحتوى على عنصر الصوديوم ٠ والايدروجين ينتج مجموعة من الخطوط أكثر تعقيدا من ذلك ، فبعضها يكون متقاربا جدا عند الطرف البنفسجى من الطيف ، وبعضها الآخر يكون أكثر تباعدا عند الطرف الأحمر منه ٠ والكالسيوم (العنصر الأساسى فى الطباشير) ينتج خطين متباعدين واضحين عند نهاية الطرف البنفسجى من الطيف ٠ أما الحديد فيعطى مجموعة من الخطوط المتناثرة خلال الطيف ٠



يعد التليسكوب الاذاعى أحدث الآلات التى يستخدمها الفلكيون لدراسة الكون . انه يكشف عن موجات اذاعية صادرة من الأجرام السماوية .

ويستطيع الفلكيون بمعرفة الخطوط الطيفية لكل عنصر أن يحددوا التركيب الكيموى لنجم معين بفحص الضوء المنبعث منه خلال السبكتروسكوب . وسوف نحاول فيما يلى أن نعدد بعض المكتشفات الفلكية التى أمكن التوصل اليها باستخدام هذه الطريقة دون التعرض لتفاصيل التحليل الطيفى :

١ ـ تتكون الشمس من كثير من العناصر الكيموية .

٢ ـ معظم النجوم بها عناصر شبيهة بتلك التى توجد بالشمس .

٣ ـ العناصر أو الأنواع المختلفة من الذرات التى تتوهج فى الشمس والنجوم هى نفس العناصر الموجودة بالأرض ، وقد اكتشف عنصر الهليوم أولا فى التحليل الطيفى للشمس ، ثم اكتشف بعد ذلك على الأرض.

ويعد جهاز تحليل الطيف من الآلات الفلكية القيمة لأسباب أخرى ، فهو :

١ ـ يكشف عن درجة حرارة كل نجم .

٢ ـ يكشف عما اذا كان الجسم الذى يشع الضوء صلبا أو غازيا .

٣ ـ يكشف عن وجود غازات غير مرئية بيننا وبين المصدر المرئى .

٤ ـ يكشف عما اذا كان الجسم يقترب منا أم يبتعد عنا ، ويمكننا من حساب سرعته فى الفضاء .

٥ ـ يبين لنا هل الجسم يدور .

التلسكوب الاذاعى : لقد مررنا جميعا بتجربة التقاط جهاز الراديو لبعض الأصوات الجوية المضطربة وهذه الضوضاء الجوية ، كما ذكرنا فى الفصل الثامن (أ) تزداد عند ظهور بقع شمسية كبيرة على سطح الشمس . وقد كلف كارل ج. جانسكى ، وكان يعمل مهندس كهرباء بمعامل شركة تليفونات بل ، بأن يبحث مشكلة الضوضاء التى تتدخل مع الاذاعات ذات الموجة القصيرة . وهذه الأصوات التى تكون مزعجة الى أقصى الحدود فى أثناء النهار ، تظهر أيضا فى أثناء الليل . وفى أثناء قيامه بالبحوث التقط جانسكى بعض الاشارات اللاسلكية التى افترض أنها آتية من الفضاء الخارجى . وهذه النظرية التى قدمها جانسكى لأول مرة عام ١٩٣٢ ، تم اختبارها والتثبت من صحتها على يدى جروت ريبر ، وهو مهندس اذاعى ، قام بعمل هوائى طوله ٣٠ قدما وعلى شكل « سلطانية » لكى يفحص السماء فحصا دقيقا باحثا عن أصوات اذاعية.وباستخدام هذا الهوائى وجهاز استقبال حساس ، استطاع ريبر أن يرسم أول خريطة اذاعية للسماء . وقد كشفت خرائط ريبر عن أن هذه الاشارات تكون على أشدها فى منطقة « طريق التبانة » ، وأنه حيث تتجمع النجوم بكثرة تكون الأصوات على أشدها .

وفى عـــام ١٩٤٨ اســـتخدم فلكيـــان « التليسكوبات الاذاعية » المحسنة ، وهو الاسم الذى أطلق على هذه الأجهزة الاذاعية الحساسة ، واستطاعا أن يركزا على نقط خاصة فى الفضاء ٠ وقد سميت هذه النقط التى تنبعث منها الاشارات الاذاعية « نجوم الاذاعة » ٠ ومن العجب آن هذه النجوم الاذاعية لم يكن واحد منها مطابقا لأى من النجوم المرئية ٠ وقد تم اكتشاف مائتين من هذه النجوم ٠

فماهى تلك النجوم الاذاعية ؟ هنالك نظرية تذهب الى أن هـــذه النجوم انما هى بقايا بعض الانفجارات النجمية القديمة ، التى ربما تكون من النجوم بالغة الجدة ٠ وبرغم أن هذه البقايا لا تشع أى ضوء يمكن مشاهدته ، فانها تكون قادرة على توليد موجات اذاعية قوية ٠ وتذهب نظرية أخرى الى أن هذه الاذاعات تأتى من مناطق تكون المجرات قد اصطدمت فيها بعضها ببعض ٠ ولعل كلا من هذين العاملين، الانفجارات النجمية والاصطدامات المجرية ــ يستطيع أن يكون نجوما اذاعية ٠

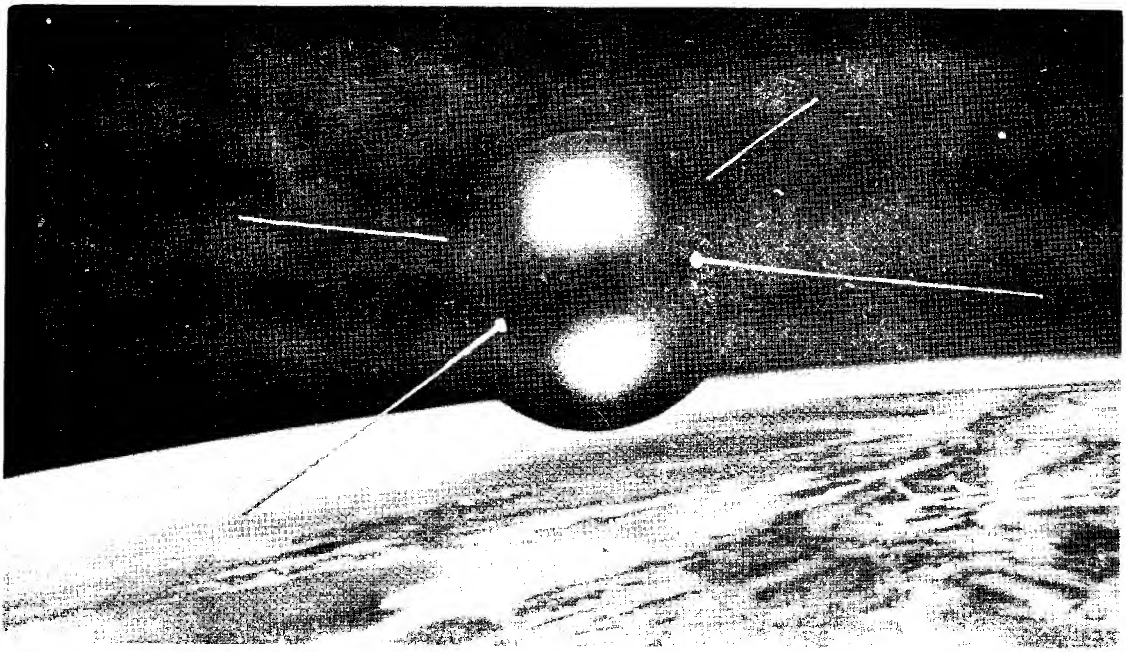
تلك اذن هى التليسكوبات الاذاعيـة التى تعد وسيلة « لمشاهدة » الأجرام السماوية التى تعجز الآلات البصرية عن كشفها ٠ وهكذا وجدت آلة جديدة لكشف الفضاء واختراقه ٠

ومع تزايد الاهتمام قامت محطات اذاعة من هذا النوع فى شتى أنحاء العالم لكى تصغى الى هذه الموسيقى النجمية ، وتكتشف مزيدا من هذه النجوم الاذاعية التى يوجـــد لدينا من الأسباب مايدعونا الى الاعتقاد بأن عددها يقرب من عـــدد النجوم التى يمكن مشاهدتها ٠ وهكذا بدأ عهد جديد فى عالم الفلك ٠

ولقـد أمكن بوساطة عـــلم الفلك الاذاعى اكتشاف بقع مظلمة معينة فى السماء فى المناطق التى يحجب فيها الغبار الذى بين النجوم الضوء عن مناظيرنا المقربة المعتـادة ٠ ولقـــد وجـدنا باستخدام هذه المناظير الاذاعية أن المجرات أكبر ممـا كنا نظنها ٠ فالأذرع البراقة الموجـودة فى مجرتنا الحلزونية صار منالممكن تتبعها فى الظلام. كما وجدنا أيضا أن ماكنا نسميه الفضاء « الخالى » بين النجوم ، ليس فى الواقع خاليا ، وانما يحتوى على الايدروجين ٠

الأقمار الصناعية : لا ينبغى أن نختم هــذا

القمر الصناعى وحى فنان ، ولكن هذه صـورة حقيقية أخذت من احـدى الطائرات النفاثة على ارتفاع ١٤٣ ميلا ٠ وهذه الصورة النادرة تغطى مســاحة قدرها ٦٠٠٠٠٠ ميل مربع من الشـــمال الغربى للولايات المتحـدة وشمال المكسيك ٠ ويظهر تكور الأرض واضحا٠



الفصل عن الآلات الفلكية دون اشارة الى الأقمار الصناعية التى تدور حول الأرض والتى أطلقت فى الفضاء لأول مرة خلال السنة الجيوفيزيائية الدولية ١٩٥٧/١٩٥٨ . فقد انطلقت هذه الأقمار حول الأرض بسرعة تبلغ نحو ١٨٫٠٠٠ ميل فى الساعة ، وتحركت فى أفلاك مختلفة . وكان أقرب هذه الأفلاك يبعد عن الأرض بمسافة تتراوح بين ٢٠٠ و ٣٠٠ ميل ، وأقصى بعد وصلت اليه هذه الأقمار عن الأرض يزيد على ٢٥٠٠ ميل .

وتخدم هذه الأقمار الصناعية أغراضا علمية هامة . فماذا يأمل العلماء أن تعينهم على معرفته ؟ ان فكرة الانسان الحالية عن الفضاء لا تطابق الواقع بسبب الغلاف الجوى الذى يحيط بالأرض . والأقمار الصناعية التى تتحرك فوق معظم هذا الغلاف من الهواء يكون لديها فرصة أفضل للمشاهدة . والآلات الخاصة التى تحشد فى داخلها تلتقط المعلومات ثم ترسلها اذاعيا بطريقة آلية الى الأرض ، وبذلك تمكن دراسة الأشعة الكونية التى بالفضاء الخارجى ، والاشعاع فوق البنفسجى من الشمس والشهب . وهكذا يمكن الحصول على معلومات عن العوامل التى تسيطر على الجو وتؤثر فى مواصلاتنا اللاسلكية .

ومن الممكن أن تصمم مركبة فلكية بحيث تعود الى الأرض ، ومعها صور للأرض والشمس والكواكب . وربما تساعدنا مثل هذه الصور على حل مشكلات فلكية قديمة مثل معنى الخطوط التى تشاهد على المريخ ، أو عن امكان وجود حياة فى الكواكب الأخرى . وعلى كل فان المعلومات التى حصلنا عليها من هذه الأقمار ، تكشف لنا عن الصعوبات التى ينبغى أن نتغلب عليها ، وعن الظروف التى ينبغى أن نستعد لمواجهتها اذ كان على الانسان أن يسافر عبر الفضاء .

من هذه الجولة عن الكون ، نستطيع أن نخلص الى بعض التعميمات الهامة . ومن التعميمات الأساسية مايأتى :

* يمتد الفضاء الذى بالكون امتدادا كبيرا بحيث يقيسه الفلكيون بالسنين الضوئية .

* تمثل البروج أو المجموعات النجمية تشكيلات من النجوم التى تقع أحيانا فى نفس الاتجاه من الأرض تقريبا .

* الحركة الظاهرية الليلية للنجوم ترجع الى دوران الأرض حول نفسها .

* البريق الظاهر لأى نجم يتوقف على بعده عن الأرض وحجمه ودرجة حرارته .

* عندما ننظر الى النجوم فاننا لا ننظر الى أعماق الأبعاد فحسب ، بل الى أغوار الزمن كذلك.

* يمثل طريق التبانة الذى فى مجرتنا منظرا داخليا لمجرة النجوم التى على صورة قرص والتى تقع فيها مجموعتنا الشمسية .

* شمسنا هى أحد مائة بليون نجم فى طريق تبانة مجرتنا .

* نجوم طريق التبانة تدور حول مركز هذه المجرة .

* توجد مجرات أخرى تشبه مجرتنا .

* مجرة طريق تبانتنا تمثل جزءا من قرص أكبر يسمى فوق المجرة أو المجرة العظمى .

* توجد بالكون مجرات عظمى غير مجرتنا العظمى .

* المتسلسلة الفلكية التى نعيش فيها تبعا لأحدث المعلومات هى الكواكب ، المجموعة الشمسية ، المجرة ، المجرة العظمى ، الكون .

* كل شىء فى الوجود فى حركة .

* نعيش فى كون متمدد به مجرات ، ومجرات عظمى ، تتباعد بعضها عن بعض فى سرعة مذهلة.

* أهم الآلات لاكتشاف الكون هى المنظار المقرب وآلة التصوير وجهاز تحليل الطيف والمنظار المقرب الاذاعى .

* معلوماتنا عن الكون تزداد كل سنة ٠

تجارب يمكنك القيام بها

١ ــ لاحظ أحد الكواكب ٠ اذكر متى شاهدته وفى أى قسم من السماء ٠ صفه وبين كيف يختلف عن أى شىء آخر فى السماء . لاحظ موضعه فى نفس الساعة على مدى أسبوع أو أكثر ٠

٢ ــ لاحظ القمر مستخدما منظارا مقربا ٠ صفه ٠

٣ ــ اقرأ مزيدا عن البقع الشمسية ٠ استعد لمناقشة ماوجدته من حيث مدى صحته وأهميته ٠

٤ ــ حاول أن تعرف متى سوف يحدث كل من الكسوف أو الخسوف الكلى ، أو ذى الثلاثة الأرباع التاليين للشمس والقمر ٠ اشرح الخطة التى اتبعتها للحصول على المعلومات . وضح كيف يستطيع الفلكيون التنبؤ بالكسوف والخسوف ٠

٥ ــ أحصل على آخر المعلومات عن الحياة على كوكب المريخ وناقشها ٠

٦ ــ حاول أن تشاهد الشهب فى أحد المتاحف المحلية ٠ وحاول معرفة تواريخها ٠

٧ ــ لاحظ القمر على مدى أسبوعين ٠ سجل وقت المشاهدة واحتفظ بسجل (بعمل رسم) بمواقيت ظهوره ٠

٨ ــ حاول أن تجد النجم القطبى وارسم شكلا للمجموعات القريبة منه التى تستطيع مشاهدتها فى ليلة صافية ٠

٩ ــ اجمع أربع ملاحظات عن الدب الأكبر فى أربع ساعات متوالية من نفس الليلة ٠ ارسم شكلا يوضح ماتلاحظه ٠

١٠ ــ انظر الى النجوم والكواكب والقمر خلال منظار مقرب وصف ماتشاهده ٠

١١ ــ حاول أن تعرف لماذا يظن بعض الفلكيين أن بلوتو قد لا يكون كوكبا ٠ وضح لماذا تثق أو لا تثق بالمعلومات التى وصلت اليها ٠

---

* يبين هذا الجزء كيف تكتشف لنفسك المعلومات عن « الشمس والكواكب » وكذلك عن « البروج والمجرات » ٠



الفصل التاسع ـ ب

تدريس المجموعات النجمية والمجرات

تثير النجوم اهتمام صغار الأطفال ، فهم يميلون الى الأساطير التى تدور حول النجوم ، ويستطيع الأطفال بقليل من المساعدة أن يتعرفوا على بعض النجوم والمجموعات النجمية (البروج) التى يمكن مشاهدتها بسهولة ، وليس من الحكمة مع ذلك أن نحاول تدريس كثير من مجموعات النجوم لصغار الأطفال ، بحيث يؤدى ذلك الى ارتباكهم ، ومن الممكن مناقشة الأساطير من حيث انها لا تقوم على أساس علمى ، ولما فيها من طرافة ، وأهم مافى الموضوع هو الملاحظات التى يستطيع الأطفال أن يلاحظوها بأنفسهم ، ومن الممكن تشجيعهم على استخدام خيالهم الخاص فيما يتصل بمجموعات النجوم .

وكثير من المفاهيم المتعلقة بالأبعاد والأحجام، تعد فوق مستوى فهم كثير من صغار الأطفال . ويكفى أن يدركوا أن هذه المسافات عظيمة جدا ، ولا يمكن مقارنتها بأى مسافات على الأرض .

أما تلاميذ الصفوف العليا من المدرسة الابتدائية ، فهم أكثر قدرة على ادراك تلك المسافات والأحجام الهائلة . وكثير من المقترحات العامة التى قدمناها فى الفصل السابق ، تصلح أيضا لتدريس المادة التى يعالجها هذا الفصل .

تحديد موضع المجموعات النجمية (البروج)

ان خريطة بسيطة يعملها الأطفال بأنفسهم، تكون فى الغالب كبيرة الفائدة لمساعدة الأطفال على تحديد موضع المجموعات النجمية عندما يكونون فى بيوتهم مساء . ويمكن أن تبدأ الخريطة برسم

مجموعة الدب الأكبر والنجم القطبى ، ثم يضيفون اليها مجموعات النجم القطبى مثل الدب الأصغر وذات الكرسى ، (كسيوبيا) ، والتنين (دراكو)، فى أوضاعها النسبية • ويمكن أن يقوم كل تلميذ بعمل خريطته الخاصة ، كما يمكن أن ترسم خريطة على السبورة ثم ترسم على ورق الشمع وتطبع • وعندما يتعلم التلاميذ طريقة استخدام الخريطة ، فانه يمكنهم أن يضيفوا اليها مجموعات نجميـة أخرى مما يقع فى الأجزاء الأخرى من السماء • ومن الممكن أن توضح الخريطة موضع بعض النجوم التى من المرتبة الأولى فى المجموعات المختلفة وذلك حتى يعرفها التلاميذ •

وقد اقترحنا فى فصل سـابق أن يضـع التلاميذ خطة للاجتماع فى احدى الأمسيات لمشاهدة الكواكب • فبمثل هـذه الفرص يسـتطيعون اسـتخدام خرائط النجوم التى لديهم لمشـاهدة المجموعات النجمية • والواقع أنه ليس هنـالك بديل يغنى عن النظر من خلال المنظار المقرب حتى ولو كان منظارا صغيرا • فاذا وجد هذا المنظار فينبغى أن تتاح الفرصة أمام التلاميذ للنظر من خلاله •

قراءة الأساطير

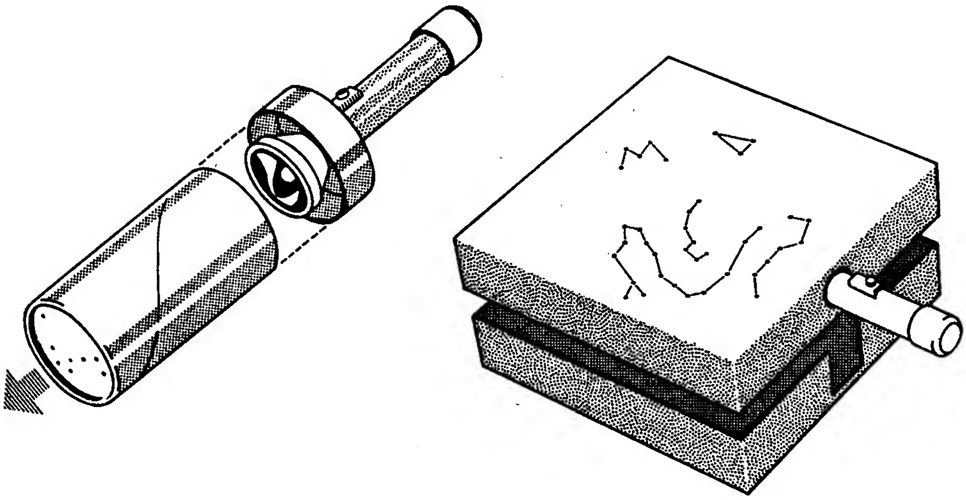
هنالك مصادر متعددة للأساطير التى حول النجوم ، ويميل الأطفال الى قراءة هذه الأساطير ورواياتها • وبرغم أنها غير علميـة ، فانها تكون طريفة ومثيرة لخيال كثير من الأطفال . والمجموعات النجمية من الموضوعات التى تصلح لعرضها على الشاشة بواسطة شرائح تعد اعدادا يدويا • فقد توضح احدى الشرائح مجموعة نجوم كما تبدو فى السـماء ، وتوضح أخرى النجوم تصل بينها خطـوط لكى تبين الصـورة التى بنيت حولها الأسطورة أو الخرافة • ويميل بعض الأطفال الى تاليف قصص خاصة عن مجموعات النجوم • وتعد هذه من الخبرات اللغوية الفنية الطريفة •

تمثيل مجموعات النجوم

يمكن استخدام باطن المظلة الشمسية لتمثيل مجموعات النجوم عليها • فيد المظلة « الشمسية » تمثل محور الأرض • وعندما تشير هذه اليد نحو القطب الشمالى ، فانها تساعد التلاميذ على تحديد موضـع مجموعات النجوم التى فى الشـمال • ويجرب التلاميذ أنواعا مختلفة من الطباشير أو من الطلاء الأبيض لعمل المجموعات • وفى كثير من الأحيان اذا أعطيت التلاميذ الفرصة لكى يخططوا بأنفسهم ، فانهم يبتكرون وسائل فريدة ونادرة لتوضيح المفاهيم المجردة • وكثيرا ما يكون مجرد عرض المدرس لفكرة من الأفكار كافيا لبدء عملية التفكير • وقد أدى ذلك بنجاح بنات وأولاد كبار ممن أظهروا اهتماما خاصا بمحاولة العثور على المجموعات النجمية •

وهنالك وسـيلة أخرى ناجحة لعرض مجموعات النجوم • وهى تتكون من صندوق أحذية من الورق المقوى • أترك الغطاء فى موضعه ثم أزل أحد جوانب الصندوق • اقطع مجموعة من الأوراق بنفس حجم الجانب الذى أزلته من الصندوق ، وعلى كل ورقة من هذه الأوراق اصنع مجموعة نجمية بعمل ثقوب فيها تمثل النجوم • استخدم مصباحا كهربيا متصـلا بسلك ممتد لاضـاءة الصندوق من الداخل ، كما يمكنك أن تستخدم بطارية كهربية • وفى حالة استخدام مصباح كهربى لاحظ أن يكون المصباح ضعيفا حتى لاترتفع حرارة الصندوق أكثر من اللازم • فعندما توضع بطاقات المجموعات النجمية أمام الطرف المفتوح من الصندوق بحيث تسده ، فان الضوء ينفذ من الثقوب وتبدو المجموعات واضحة كل الوضوح ، وبخاصة اذا أظلمت الغرفة • ومن الممكن أن يصل التلاميذ بأنفسهم الى التفاصيل المتعلقة بنوع الورق الذى يستخدمونه وقوة الضوء وشكل الصندوق وغير ذلك •

كما يمكن بسهولة عمل جهاز آخر من احدى علب الكرتون الأسطوانية التى تباع فيها بعض



يســتخدم هــذان الجهازان بنجاح فى دراسة المجموعات النجمية • وأحدهما صندوق اسطوانى بداخله بطارية كما فى الشكل وتضىء البطارية مجمــوعات نجمية مفرغة على الطرف الآخر للصندوق • وترسم كل مجموعة نجمية على سطح خاص • ويمكن استخدام أى صندوق كبير آخر واستخدام بطارية كما هو موضح بالشكل •

المأكولات ، كما هــو موضح بالشكل • وتوضح المجموعات النجمية بعمل ثقوب فى القاع • وسوف يفكر التلاميذ فى طرق لازالة القــاع المستدير للصندوق ووضع قطع مشابهة له تحمل كل منها مجموعة مختلفة من المجموعات النجمية •

كما يمكن تمثيل المجموعات أيضا على قطع كبيرة من الورق موضوعة أمام نافذة شــديدة الاضاءة مع عمل ثقوب تمثل النجوم المختلفة •

دراسة معارض الكواكب

اذا وجد معرض قريب للكواكب Planetarium فان التلاميــذ ســوف يبدون شغفا بزيارته • والقواعد التى ذكرناها من قبل خاصــة بعمل الرحلات فى الفصل الثالث تنطبق هنــا أيضا • وينبغى أن يحــاول المدرس عمــل عرض خاص للأطفــال ، لأن العــرض الخاص بالكبار يكون فى الغالب فــوق مســتوى الصــغار • ولمــا كانت الغــرفة تظلم فى أثنــاء العــرض فان ظهــور أى ملل أو قلق لدى التلاميذ قد يؤدى الى بعض المشــكلات المتعلقة بالنــظام • وتخصيص فترة للأسئلة والاجابات ، مع المحاضر الذى يشترك فى العرض سوف يمكن التلاميذ من معرفة كيف يعمل الجهاز كما يمكنهم من معرفة مزيد من علم الفلك •

فاذا لم يوجد مثل هذا المعرض لزيارته ، فمن الممكن أن يقدم المدرس أو أحد التلاميذ الذين يكونون قد شاهدوا أحد هذه المعارض،تقريرا عنه للفصل ، أو قد يتطوع تلميذ بعمل دراسة عن هذه المعارض ، يوضح فيها أين توجد ، وكيف تعمــل ومــاذا تعــرض ٠٠٠٠ آلخ ٠٠ وزيــارة معرض الكواكب من الأشياء التى يجب أن يقوم بها كل مدرس ما استطاع الى ذلك سبيلا ؛ اذ أن لها قيمة ثقافية كبرى ، وهى تضيف كثيرا الى معلومات المدرس •

ملاحظة : ينبغى أن تعــدل بعض أنــواع النشاط المقترحة فى فصل ٨ «ب» بحيث تساعد التلاميذ على فهم المادة الخاصة بالمجموعات النجمية والمجرات بصورة أوضح •

مصادر لبحثها

١ ـ أحد المناظير المقربة المحلية فى أحد المراصد أو أحد المناظير المقربة الصــــغيرة التى يمتلكها أحد الفلكيين الهواة لمشاهدة القمر وغيره من الأجرام التى توجد فى السماء ليلا •

٢ ـ السماء ليلا لمشاهدة الكواكب وللنظر الى القمر خلال أحد المناظير •

٣ ـ الشمس والبقع الشمسية كما ترى من خلال زجاج مدخن ، أو فيلم فوتوغــرافى مظلم • (لاتحاول أن تنظر الى الشمس خلال المناظير المقربة أبدا) •

٤ ـ الشهب فى مجموعات أحد المتاحف المحلية•

٥ ـ ماتنشره المجلات والصحف عن المكتشفات الفلكية السائدة •

٦ ـ أحــد الفلكيين الهواة ليجيب عن الأسئلة المتصلة بالفلك •

٧ ـ رواد الكشافة وبعض الأندية الرياضية للاشراف على بعض الرحلات الليلية لدراسة السماء •

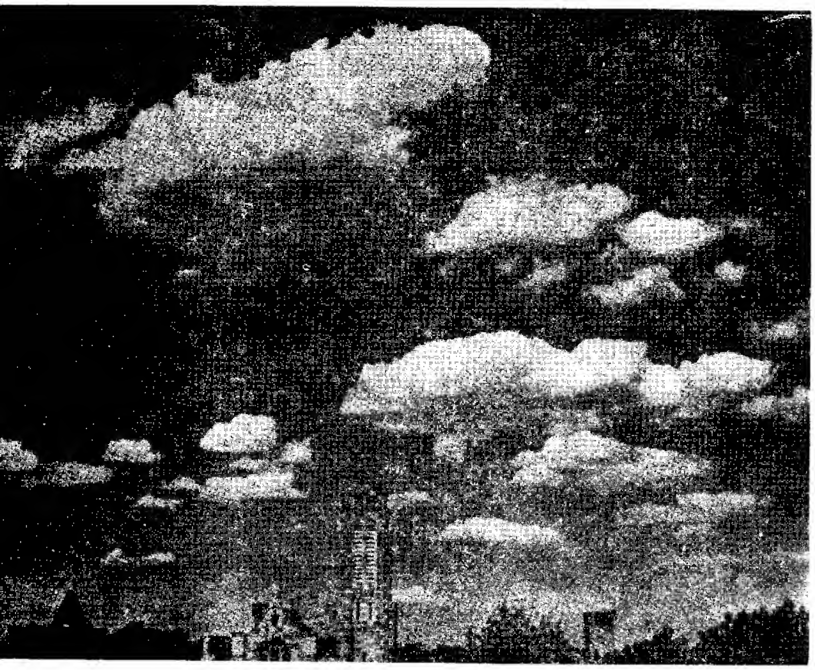
٨ ـ بعض موظفى الحربية والبحرية فى البيئة للحصول منهم على معلومات حول استخدام الأجرام الســـماوية فى المــلاحة ، وعن المجموعات النجمية التى ترى فى أماكن أخرى من العالم •

٩ ـ أشخاص مختلفون فى البيئة للحصول على مناظير لاستخدامها لمشاهدة القمر •

١٠ ـ معرض مشاهدة الكواكب ، اذا وجد أحدها قريبا منك •

---

* يتناول هــذا القسم مصادر لفحصها لدراســة « الشـــمس والكواكب » وكذلك « المجموعات النجمية والمجرات » •



الفصل العاشر - أ

الهـــواء والجـــوّ

الجـو احدى خواص الغـــلاف الجوى الذى نعيش فيه • فالأعاصير والعواصـــف الرعدية والعواصـــف الثلجية والنسـيم العليل والرياح الحارة ولفحات البرد والضباب الكثيف وقوس قزح تدل جميعا على الظروف دائمة التغير داخل الغلاف الجـــوى الذى يحيط بالأرض • ورجال التنبؤات الجوية يحاولون بكل دقة دراسة الجو لكى يكتشفوا المزيد عن اسباب التغيرات الجوية ، حتى يستطيعوا التنبؤ بها بدرجة كبيرة من الدقة • وقد اتجه رجال التنبؤات الجوية حديثا الى الهواء بل حاولوا أن يطيروا وسط الأعاصير لكى يزدادوا فهما بتلك العواصف المدمرة ذات الخطورة البالغة•

ولفهم الجو ، لابد للانسان من الاحاطة بخواص الغلاف الجوى ؛ اذ أن التغيرات الجوية تحدث داخل هذا الغلاف • ولكى يكون الانسان ثاقب النظر فيما يتعلق بالأمور الجوية ، فمن الضرورى له أن يجمع معـــلومات عن الهواء ، من حيث تركيبه ، ودرجة حرارته ، ورطوبته ، وضغطه ، وحركته ؛ وغير ذلك من الخواص ، وأن يضم هذه المعلومات جميعا فى صـــورة متكاملة • ورجال التنبؤات الجوية وعلماء الجو يدرسون هذه الخواص فى كثير من البقاع حول الأرض ، وعلى ارتفاعات مختلفة ، لكى يحصلوا على صورة للجو ذات ثلاثة أبعاد مبتدئة من سطح الأرض حتى الطبقات الجوية العليا • وهم يجمعون ملاحظتهم ساعة بعد ساعة ، ويوما بعد يوم وبذلك يستطيعون أن يكتبوا قصة متصلة عن التغيرات الجوية المستمرة •

وســـوف نرى فيما بعد نوع الآلات التى تستخدم فى هـــذه القياسات • وســـوف نحاول أولا أن نلقى نظرة على الغلاف الجـــوى • وسوف ندرس الغلاف الجوى بعناية ، لا لأنه هو المحيط الذى تظهر فيه الأحوال الجوية التى نمر بها فى الوقت الحاضر فحسب ، بل أيضـــا لأن الطبقات العليا منـــه سوف تكون البيئة التى تطير فيها الطائرات النفاثة وسفن الفضاء والأقمار الصناعية.

الغلاف الجوى

يعيش الانسان فى قاع محيـــط من الهواء يغطى جميع سطح الأرض ويمتد مئات الأميال الى


أميال
٤٠٠٠
٣٥٠٠
٣٠٠٠
٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٩٠٠
٨٠٠
٧٠٠
٦٠٠
٥٠٠
٤٠٠
٣٠٠
٢٥٠
٢٠٠
١٥٠
١٠٠
٩٠
٨٠
٧٠
٦٠
٥٠
٤٠
٣٠
٢٠
١٠
٥
صفر
٦٫٧-

جـو الأرض

أعلى ، كما هو موضح على (صفحة ٢٠٧) ، ويقوم الغلاف الجوى بوظيفة دثار واق ، يلطف من حرارة الجو ويحمينا من الأشعة الضارة الآتية من الشمس ومن الفضاء الخارجى .

توزيع الهواء : يتم توزيع الهواء فى محيط غلافنا الجوى بحيث يرق ويزداد رقة كلما ارتفعنا الى أعلى . ومتسلقو الجبال يدركون ذلك ويتألمون بسببه عند الارتفاعات الكبيرة . فعلى ارتفاع ١٨٫٠٠٠ قدم ، أو ٣٫٥ من الأميال لا يوجد من الأكسجين وغيره من مكونات الهواء فى الرئة الممتلئة بالهواء أكثر من نصف الكمية التى توجد بها عند مستوى سطح البحر . فنصف الوزن الكلى للهواء الموجود بالغلاف الجوى يقع فى الثلاثة الأميال ونصف الميل القريبة من الأرض ، والنصف الآخر يقع فوق هذا الحد . ويقع ٩٩٪ من الغلاف الجوى فى الأميال العشرين التى تبدأ من سطح الأرض تاركة مالا يزيد عن ١٪ من الهواء الرقيق مبعثرا فى مئات الأميال التى فوق هذا الحد . ولما كان وزن الطبقات العليا من الهواء يقع على الطبقات السفلى فيضغطها ، فانه كلما كانت طبقة الهواء قريبة من الأرض ازداد ثقلها أو كثافتها . ويقسم العلماء الغلاف الجوى الى أربع طبقات هى : التروبوسفير (Troposphere) والستراتوسفير (Stratosphere) والأيونوسفير (Ionosphere) والاكسوسفير (Exosphere)

الطبقة المتقلبة : ن الطبقة التى نعيش فيها هى طبقة التروبوسفير . ويختلف ارتفاع هذه الطبقة من عشرة أميال عند خط الاستواء الى نحو خمسة أميال عند القطبين ، وهو يبلغ نحو سبعة أميال عند خطوط العرض الوسطى . وكلمة تروبوسفير معناها الطبقة المتقلبة ، وهو وصف سليم لهذه الطبقة ؛ اذ أن جميع العواصف العظمى والصغرى ، بل فى الواقع جميع الظواهر الجوية ، انما تحدث فى هذه الطبقة . ومن خواص هذه الطبقة أيضا مايلاحظ من نقص مستمر فى درجة الحرارة كلما ارتفعنا الى أعلى : فدرجة الحرارة تنخفض بمعدل ٣٫٥ درجة فهرنهيت كلما ارتفعنا ألف قدم (درجتين مئويتين لكل ٣٠٠ متر تقريبا). وتظهر السماء الزرقاء فى هذه الطبقة ، لأن الهواء وجزئيات الغبار التى بها تبعثر ضوء الشمس الأبيض بطريقة تجعل الأشعة الزرقاء تنحنى نحو مستوى أبصارنا (انظر فصل ٢٣ أ) . فالسماء الزرقاء التى نراها ليست بعيدة فى الفضاء ، وهى من الظواهر التى تحدث فى طبقة التروبوسفير القريبة ، وكذلك الحال مع السحب .

وفى الحدود العليا لطبقة التروبوسفير تتوقف درجة الحرارة عن الانخفاض مع زيادة الارتفاع ، وهنا تبدأ طبقة الستراتوسفير .

طبقة الستراتوسفير : تمتد هذه الطبقة الى أعلى نحو ٥٠ ميلا فوق سطح الأرض . والهواء فى هذه الطبقة صاف وخال من السحب ، الا من بعض السحب ذات البلورات الثلجية التى تظهر أحيانا على ارتفاع يتراوح بين ١٣ و ١٨ ميلا ، ومن نوع نادر من السحب الترابية العالية . ويكون لون السماء فى هذه الطبقة بنيا مائلا الى السواد ، ويمكن مشاهدة النجوم فيها فى أثناء النهار . وتبلغ درجة الحرارة فى قاع هذه الطبقة نحو ٥٥ درجة مئوية تحت الصفر (فى المناطق المعتدلة) . وهى تبقى على هذه الدرجة المنخفضة من الحرارة الى نحو عشرين ميلا ، ثم تبدأ فى الارتفاع بسرعة ، فتصل الى حوالى ٩٣ درجة مئوية على ارتفاع يبلغ نحو أربعين ميلا .

والرياح فى طبقة الستراتوسفير قوية وثابتة ، دون تقلبات بالزيادة أو النقص وقد اخترق الانسان الجزء الأسفل من هذه الطبقة فى الطائرات والبالونات . ففى ١٩ من أغسطس عام ١٩٥٧ ، ارتفع الضابط سيمونز ــ وهو من أفراد القوة الجوية البالونية ــ نحو ١٩ ميلا فوق الأرض ، وهى مسافة أعلى مما بلغه أى شخص فى بالون من قبل .

وعلى ارتفاع يتراوح بين عشرين وأربعين ميلا فوق الأرض ، تتركز صورة خاصة من صور

الأكسجين تسمى الأوزون . (من الوجهة الكيموية يتركب الأكسجين المعتاد من ذرتين من الأكسجين ، $أ_٢$ فى حين يتركب الأوزون من ثلاث ذرات ، $أ_٣$) والأوزون يمتص معظم الاشعاعات فوق البنفسجية من الشمس ، وبذلك يحمى الكائنات الحية التى على الأرض من الأشعة التى تكون فى كامل قوتها مميتة . وذلك القدر من تلك الأشعة الذى يصل الى الأرض هـــو الذى يسبب للانســـان لسعة الشمس ، ويقتل البكتيريا ، ويمنع الكساح .

الطبقة المشحونة بالكهربا : ان الطبقة الثالثة فوق الأرض هى الأيونوسفير ، واسمها مشتق من أنها تحتوى على عدد كبير من الجزئيات المشحونة بالكهربا والتي تسمى الأيونات . وهذه الأيونات هى التى تجعل الاستقبال الاذاعى حول الأرض ممكنا ؛ اذ أنها تعكس الى الأرض مرة بعد أخرى ، الموجات الاذاعية المستخدمة فى الاذاعة المعتادة ، والاذاعات ذات الموجة القصيرة ، وبذلك تيسر على الاشارات الانتقال حول الأرض . كما أن هـــذه الطبقة هى التى تسبب الاضطرابات الاذاعية أحيانا . ونذكر من الفصـــل الثامن (أ) أنه عنـــدما تثور العواصف فى الشـــمس ، فان سيولا من الجزئيات الكهربية تنصب منها على طبقة الأيونوسفير . وفى خلال هذه الثورانات الشمسية تقوم طبقة الأيونوسفير بامتصاص الموجات الاذاعية بدلا من أن تعكسها وتردها الى الأرض ، ممـــا يترتب عليه اضطراب فى الاذاعات اللاسلكية قد يستمر أياما .

والأضواء الشمالية الغامضة الفاتنة (أورورا Aurora-Borealis) ، تنشأ هى الأخرى فى منطقة الأيونوسفير أو فى الطبقة المتأينة . ويعتقد أن هذه الأضواء تنشأ بسبب جسيمات الأيدروجين المشحونة بالكهربا ، والتى تنصب من الشمس ، والتى تصـــطدم تحت تأثير أقطاب المغناطيسية الأرضية بذرات النيتروجين والأكسجين الموجودة فى الطبقة المتأينة ، فتجعلها تكتسب هذا الوميض محدثة تلك الأضواء .

وفى المنطقة المتأينة ، التى تمتد الى مسافة تتراوح بين ٥٠ ميـــلا و ٤٠٠ ميل فوق ســـطح الأرض ، يكون الهواء رقيقا الى حـــد بعيد ؛ لأن كثافته تكون نحو جزء على عشرة ملايين من كثافته عند سطح البحر . ومع هذه الرقة البالغة فان الهواء فى هذه المنطقة يحدث احتكاكا ومقاومة للشهب تكفى لجعلها تبيض من الحـــرارة وتتحول الى رماد . وعلى ذلك فان هـــذه المنطقـــة تعمل كســـتار ، يحمى الأرض من ملايين الشهب التى تصطدم بها يوميا .

المنطقة الخارجيـــة : تبدأ هذه الطبقة عند الحدود العليا من المنطقة المتأينة ، وتمتد نحـــو الخـــارج الى مســـافة تتراوح بين عشرة آلاف وثمانيـــة عشر ألفا من الأميال حتى تتلاشى فى الفراغ الخارجى . وفى هذه الطبقة يبـــلغ الهواء درجة بالغة من الرقة بحيث تستطيع جزئياته أن تتحرك مســـافة لانهائية دون أن يصطدم بعضها ببعض .

ولا نســـتطيع أن نعرف على وجه التحديد طبيعة الأحوال فى هذه المنطقة : ولعلنا سوف نزداد معرفة بها عندما نحصل على نتائج مشروع القمر الصناعى ، الموصوفة فى الفصل التاســـع « أ » . فالأقمار الصناعية التى تدور على ارتفاعات تتراوح بين ٣٠٠ و ٢٥٠٠ ميل فوق الأرض تنطلق فى المنطقتين المتأنية والخارجية . والأجهزة الآلية فى هذه الأجسام التى تدور حول الأرض تذيع المعلومات الخاصة بالأحوال السائدة فى الطبقات العليا من الهواء الى العلماء .

خارج اطار هذا العالم : يتضح من هـــذا الموجز عن المنـــاطق الجـــوية الأربع ، أنه اذا كان على الانســـان أن يهرب من الأرض ، فان عليـــه أن يواجه ويتغلب على عـــدد من الصـــعاب . فيجب عليـــه أن يكون قادرا على صيانة نفسه من درجات الحرارة بالغـــة الانخفاض والارتفاع . وقد تشكل الشهب خطرا جسيما عليه . ويجب أن يحمى الانسان نفسه من الأشعة فوق البنفسجية

الشديدة ، ومن الأشعة الكونية ، ومن الأنواع الأخرى من الاشعاع • وينبغى أن تكون الآلة التى يستخدمها للطيران قادرة على مقاومة ميلها للانفجار عندما يقترب الوسط الخارجى الذى يحيط بها من الفراغ المطلق • ولابد لرواد الفضاء أن يحملوا معهم ذخيرتهم من الأكسجين لأنه غير موجود خارج نطاق الغلاف الجوى •

تكوين الهواء

أما وقد انتهينا من دراسة التركيب الرأسى للغلاف الجوى ، فلنحاول أن نتجه نحو تكوينه الكيموى • ان الهواء الذى يدخل الى رئتيك مع كل نفس ليس شيئا واحدا بل مجموعة من الأشياء ؛ فهذا الخليط يحتوى على العناصر الكيموية الآتية : الآزوت « النيتروجين » والأكسجين والآرجون والنيون والهيليوم والكريبتون والأيدروجين والزينون ، هذا بالاضافة الى مركبين كيمويين هامين هما : ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء • وتنتشر فى الهواء أيضا كميات متفاوتة من الغبار •

وأهم عنصرين فى الهواء من حيث الحجم هما الآزوت الذى يكون نحو أربعة أخماس حجم الهواء والأوكسجين الذى يكون نحو الخمس •

والآزوت ، الذى هو المكون الأساسى فى الهواء ، يعمل على تخفيف الأوكسجين ذى النشاط الزائد • والآزوت عنصر أساسى فى البروتينات ، التى هى أساس تركيب جميع الكائنات الحية ، وكما سوف نرى فى (الفصل ١٥ أ) تحصل بعض النباتات على الآزوت الجوى بفعل بعض أنواع البكتيريا التى بالتربة •

والأوكسجين الذى هو عنصر كيموى فعال فى الهواء يعد أساسيا لتنفس النباتات والحيوانات ولاحتراق الوقود فى المنازل والمصانع •

وثانى أوكسيد الكربون الذى يكون مالا يزيد عن ٠٣ر٠٪ من الهواء ، يعد بالغ الأهمية بالنسبة للحياة • فالنباتات الخضراء تمتص ثانى أكسيد الكربون من الهواء وتجعله يتحد مع الماء فى وجود ضوء الشمس لكى ينتج الغذاء اللازم لحياتها وبالتالى لحياة جميع الحيوانات أيضا وسوف نتناول هذه العملية الهامة فى (فصل ١١ أ).

وبخار الماء ، الذى يوجد أيضا بكميات صغيرة ، تتراوح بين صفر ، ٣ الى ٤٪ فى الهواء ، له أثر كبير فى الحياة على هذا الكوكب ؛ اذ أن مقدرة أية منطقة من المناطق على دعم الحياة تتحدد أساسيا بكمية الماء التى تستطيع أن تستخلصها من الهواء • ومعظم بخار الماء يوجد فى الأربعة الأميال السفلى من الغلاف الجوى • ويلعب بخار الماء ــ كما سوف نرى ــ دورا هاما فى الصورة المتغيرة للأحوال الجوية •

الشمس والهواء والماء

يمكننا أن نفهم مسرحية الجو بصورة أفضل اذا تتبعنا عن كثب الأدوار التى تقوم بها الشمس والهواء والماء • فالشمس هى الشخصية الرئيسية فى المشهد ، فهى التى تهيىء الطاقة الحرارية التى تجعل المشهد كله متحركا • والهواء هو المركبة التى تدور وتحمل جميع أنواع الجو وحالاته حول الأرض • والماء يظهر فى صور وأحجام متعددة ، فهو يظهر فى كميات مختلفة من الندى والضباب والسحاب والمطر والثلج ، وهو يختفى عن أنظارنا فى صورة بخار ماء •

الشمس : من مسافة تبلغ ٩٣ مليون ميل ، تقوم الشمس بتدفئة الأرض • ولو أن جميع أجزاء الأرض كانت تسخن بنفس المقدار ، لما كان هنالك مجال كبير للتحدث عن الجو • ولكن حرارة الشمس لا يتم توزيعها بالتساوى • ويرجع ذلك الى الأسباب الآتية :

١ ــ هنالك أولا أن أشعة الشمس لا تصل الا الى

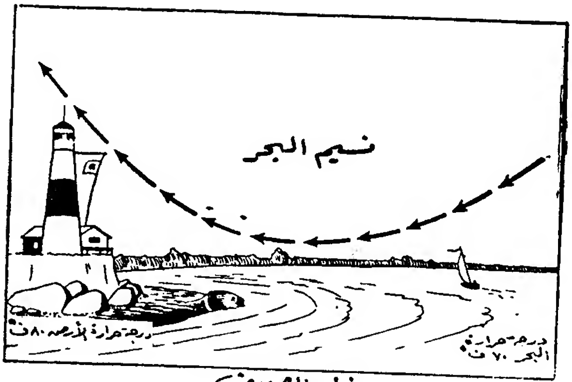
نصف الأرض فى نفس الوقت ؛ فهى تصل الى ذلك الجانب الذى يكون الوقت فيـــه نهارا • ولما كنا نعيش على أرض دائرة ، فان هنالك دورة يومية من الحرارة والبرودة تصاحب النهار والليل •

٢ ـ لا يكون ضوء الشـــمس بنفس القوة فى جميع أنحاء الأرض • فكروية الأرض معناها أن أجزاء مختلفة من سطحها تستقبل ضوء الشـــمس بزوايا مختلفة • وعلى ذلك فان المناطق القريبة من خط الاســـتواء تواجه الشـــمس مباشرة وتستقبل من الاشعاعات أكثر مما تستقبله المناطق البعيدة عن خط الاستواء والتى تســـتقبل حرارة أكثر من المعتدلة، والمعتدلة تستقبل أكثر من القطبية (انظر فصل ٨ ب لتوضيح هذا المبدأ) •

٣ ـ رأينا فى (فصل ٨ أ) كيف أن المحور المائل للأرض ، ودورتها السنوية حـــول الشمس تسبب اختلافا فى كميـــة الحرارة المستقبلة فى أوقات مختلفة من السنة ، مما يسبب الفصول المختلفة •

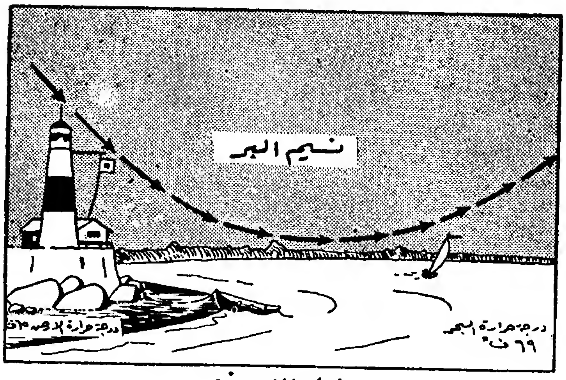
٤ ـ كمية الحرارة التى تمتصـــها أية منطقة من منـــاطق الأرض تتوقف جزئيا عـــلى نوع السطح الذى يسخن • فالماء يسخن أبطأ من اليابسة • وعلى ذلك فان الجو يكون أبرد صيفا فى المناطق الساحلية عنه فى المناطق الداخلية •

٥ ـ وحتى بدون هــــذه العوامل الأربعة ، فان الغلاف الجوى المحيـــط بالأرض ؛ اذا نظر اليه عموديا ، سوف يظهر اختلافا فى درجة الحـــرارة • فكما علمنا من قبل تنخفض درجات الحرارة فى منطقـــة التروبوســـفير بمعدل درجتين مئويتين كلما ارتفعنا حوالى ٣٠٠ متر الى أعلى • وقد يبـــدو عجيبا أن تنخفض درجات الحرارة كلمـــا اقتربنا من الشمس ، ولكننا لا نلبث أن نتبين أن بضعة الآلاف من الأقدام التى يتناولها هذا الارتفاع،



نهار الصيف

فى أثناء النهار يكون الهواء الذى فوق البحر أبرد من الهـــواء الذى فوق الأرض ، ويهب نسيم البحر البارد • وفى أثناء الليل عندما ينعكس الوضع يهب نسيم البر •

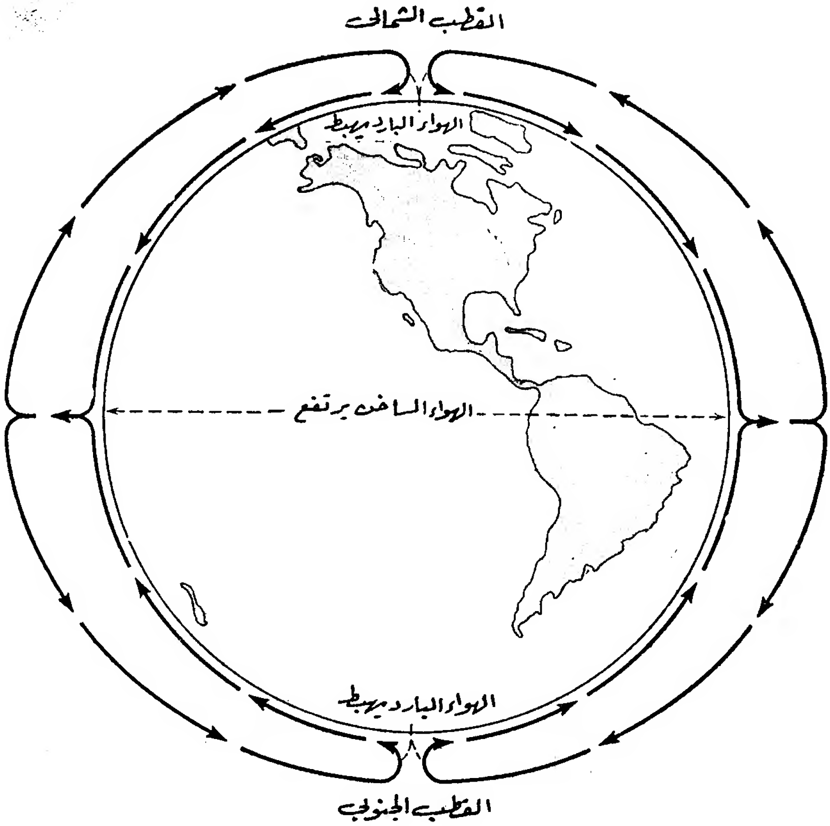


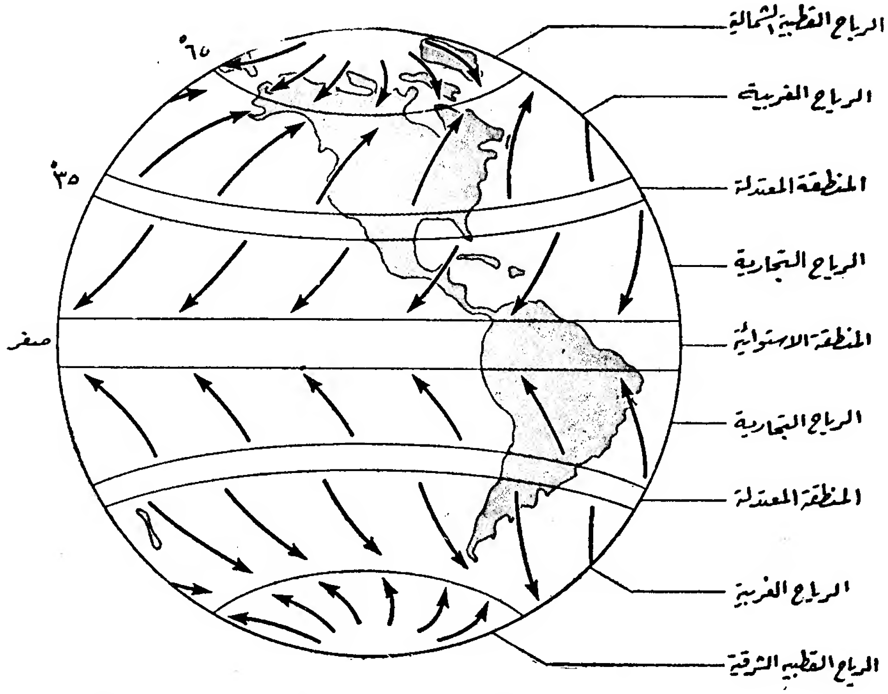
ليل الصيف

ليست الا مســـافة بالغـــة الضـآلة من ال ٩٣ مليون ميل التى تفصل بيننا وبين الشمس • ومما يتغلب على هـــذه المسافة النسبية بين الأرض والشمس عاملان آخران مهمان هما :

(أ) أن الهـــواء الذى فى قاع الغـــلاف الجوى ، بســـبب كبر كثافته ، وكثرة مابه من الغبار ، وكثرة مابه من الرطوبة ، يســـتطيع أن يمتص من اشعاعات الشمس أكثر مما يستطيعه الهواء فى الطبقات العليا •

(ب) معظم حرارة الشـــمس التى تقتنصها





يوضح الشكل الأعلى كيف كان يتحرك الهواء فوق سطح الأرض لو أن الأرض لم تكن تدور حول محورها ‎..‎ دورة الأرض تعدل هذا النظام وتحدد حركة الرياح الموضحة بالشكل الأسفل أن دورة الأرض تجعل الرياح تميل ، وتؤثر المسطحات الأرضية والمائية أيضا فى الرياح ‎.‎

الأرض يتم امتصاصها أولا بوسـاطة الماء والتربة والصخور الموجودة على سطح الأرض ، لا بوساطة الغلاف الجوى • ثم تقوم التربة والصخور والمياه بدورها بتسخين طبقة الهـواء القريبة من سـطح الأرض •

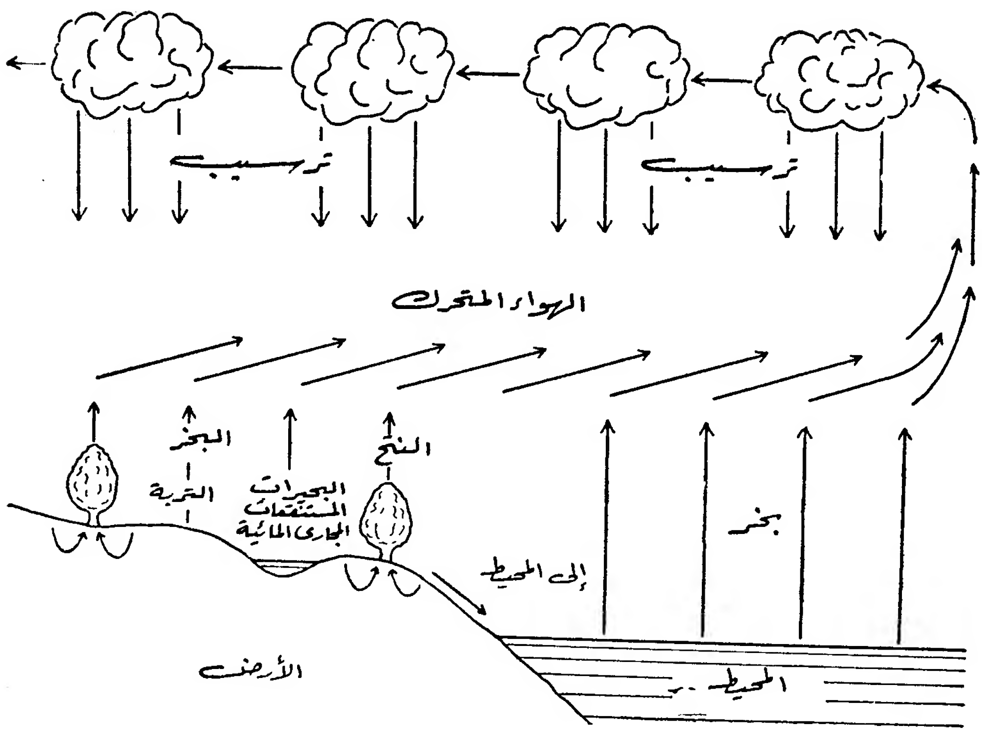
وعلى ذلك فمن الواضح أن كميـة الطاقة الشـمسية المستقبلة والممتصة تختلف اختـلافا كبـيرا من مكان الى مكان ومن وقت الى آخر • وينشأ عن ذلك أن يسخن سطح الأرض بدرجات متفاوتة ، مما يكون له تأثير كبير فى الأحوال الجوية •

الهـواء : الجو كما ذكرنا فى بداية هـذا الفصل هو الحالة التى يكون عليها الغلاف الجوى ، وبالتالى الهواء الذى يكون الغلاف الجوى • وفى (فصل ٨ أ) رأينا كيف أن الجو الخاص بالقمر ، أو بعبارة أخرى انعدام الجو ، انما يرجع الى عدم وجود غلاف جوى محيط بالقمر • فالهواء الأرضى يعمل كعازل كبير ، يحتفظ بالحرارة الممتصة من أشعة الشمس بوسـاطة سطح الأرض • والهواء بوصفه مادة عازلة يساعد على اعتدال درجة حرارة الأرض بحيث لا تتجمد ليلا ولا نصطلى بها نهارا • والبـرودة السريعة التى نحس بهـا فوق أحـد الجبال بعد غروب الشمس ، انما ترجع الى الدثار الرقيق من الهواء فوق الجبل •

وسخونة الأرض بصورة غير متجانسة تؤدى بدورها الى سخونة الهواء الذى فوقها بصورة غير متجانسة ، بحيث يوجد حول الأرض أجزاء من الهواء ، صـغيرة وكبـيرة ، ذات درجات حرارة مختلفة • ولما كان الهواء البارد أثقل من مثيله حجما من الهواء الساخن ، فان الهواء البارد يهبط الى أسفل ويدفع بالهواء الحار الخفيف الى أعلى • ويحدث ذلك على نطاق ضـيق فى الحجـرة التى تستخدم فيها مدفأة بالبخار السـاخن • فاذا تتبعت دورة الهواء فى غرفة بوسـاطة دخان أو قطع رقيقة جـدا من الورق ، فانك تلاحظ أن الهواء الساخن الذى فوق المدفأة يرتفع الى السقف ثم يبتعد ، بينما يتحرك الهواء البارد القريب من أرضية الغرفة نحو المدفأة لكى يسخن بدوره • (انظر الشكل التخطيطى فى فصل ١٨ أ) •

وعلى ذلك فاننـا نلاحظ فى الغرفة التى تستخدم المدفأة بالبخار الساخن فى تدفئتها ، أن الفرق فى درجة حرارة الهواء يحدث فيـه حركة علوية وحركة سفلية ، أو يسبب تيارات هوائية وتحركات جانبية عبر الغرفة ، وهـذا نوع من النسيم المنزلى •

ونفس المبدأ الذى يوضح حركة الهواء فى الغرفة المدفأة ينطبق ، على نطاق واسع ، بالنسبة الى شاطىء البحر صيفا • فالشمس التى تسطع على أرض الشاطىء تجعلها تسخن ، هى ومافوقها من الهواء بصورة أكبر مما يسخن به المحيـط ومايغطيه من الهواء • ولهذا السبب فان الأرض تقوم مقام المدفأة ، وبذلك تبدأ دورة يتحرك فيها « نسيم البحر » من الهواء البارد من فوق المحيط متجها الى الأرض ، ويرتفع الهواء الساخن الذى فوق الأرض ويتجه نحو المحيط • وفى أثناء الليل تفقد الأرض حرارتها بسرعة أكبر من سرعة فقدان الماء لها • وبذلك يبرد الهواء الذى فوق الأرض ، بينما يكون هواء المحيط دافئا نسبيا • وعندئذ يتحرك الهواء البارد من الأرض نحو الماء ، محدثا « نسيم البر » • وعلى مستوى الكرة الأرضية ، نستطيع أن ننظر الى المناطق الاستوائية على أنها مدفأة الأرض • فالهواء الذى يسخن فى المناطق الاستوائية يتجمع ويكون كتلة من الهواء الساخن. وفى المناطق القطبية ، يبرد الهواء ويكون كتلة من الهـواء البارد • وتبـدأ دورة فى منطقـة التروبوسفير ، يرتفع فيها الهـواء الساخن فوق خط الاستواء ويتجه نحو القطبين ، بينما ينزلق الهواء البارد من القطبين نحـو خط الاستواء • ويعقد هذه الدورة عدد من العوامل • ولكن الذى يهمنا فى هذا المقام هو أن هـذه الدورة تهيىء وسيلة لتوزيع حرارة الأرض ، وهى وسيلة تأتى



الدورة اللانهائية للبخر والتكثف تجعل ماء الأرض فى دورة مستمرة .

الينا فى المناطق المعتدلة بهواء بارد من القطبين وهواء ساخن من خط الاستواء .

المـاء : بينما نتكلم أحيانا عن نقص كميات الماء ، فان كمية الماء على سطح الأرض ، تكاد تكون ثابتة ، ولكنـه لا يتوافر حينما نريده وحيثما نريده . والدورة اللانهائية للتبخر والتكثيف التى صورناها فى الشكل التخطيطى تجعل ماء الأرض فى دورة مستمرة . فالماء يتبخر من التربة ، ومن أوراق النباتات ، ومن رئات الحيوانات وجلودها ، ومن الأنهار والبرك والبحيرات والبحار .

وفى عملية البخر تقفز جزيئات المـاء من محيطها المائى لكى تختلط مع غازات الهـواء . هذه الصورة المبعثرة الى حد كبير غير المرئية للماء تعرف ببخار المـاء . والحرارة التى مصـدرها الشمس والتهوية التى تقوم بها الرياح تزيد من سرعة عملية البخر ، كما يعرف كل من علق ثيابا مبلولة على حبل الغسيل لكى تجف .

وأخيرا فان برودة الهواء الذى يحتوى على بخار الماء ، يجعل جزيئات الماء تتماسك معا على هيئة قطرات دقيقة مكونة سـحابة . ونلاحظ حدوث ذلك على نطاق صغير عندما نخـرج هـواء الزفير فى يوم بارد « ونشاهده » . فاذا تماسكت القطيرات الصغيرة التى باحدى السحب معا ، فانها تتحول الى قطرات أكبر حجما وأثقل وزنا تسقط فى صورة مطر وتعود الى التربة ، ومجارى المياه ، والبحيرات ، والمحيطات . وقد يعود بخار الماء فى صور أخرى على هيئة ثلج أو ندى أو صقيع . وسوف ندرس هـذه الصـور وغيرها من صور الترسب بعد قليل .

وعلى ذلك فان دورة المـاء تهيىء وسـيلة لانتقاله من المحيـطات والبحـيرات والبحـار الى المناطق اليابسة . كما أنها تعد وسـيلة الطبيعة لتنقية الميـاه ؛ اذ أن الطين والبقايا العضوية والأملاح وغيرها من المواد الغريبة فى الماء تبقى

عندما يتبخر الماء فى الهواء • والماء الذى يهبط يكون نقيا ونظيفا •

قياس التغيرات الجوية

لكى نصف الأحوال الجوية السـائدةوصفا دقيقا وننجح فى التنبؤ بهذه الأحوال ، لابد لنا من اسـتخدام آلات جـوية • فلابد من تسجيل قياسات سقوط الأمطار وسقوط الجليد واتجاه الرياح وحـركتها ، ودرجـة الحرارة والرطوبة ، وضغط الهواء • ويقوم عالم الأرصاد بجمع هـذه المعلومات من أكثر مايمكن من الأنحاء المتفرقة فى العالم ، وعلى أعلى مايمكن من الارتفاعات • وهـو يحتفظ بسجلات ويصنع خرائط يوما بعد يوم ، وهو يستخدم كل ذلك للتنبؤ بالأحوال الجوية •

قياس المطر والثلج : لعل أقدم الآلات الجوية كانت شـبكة المطر • فأى اناء مستقيم الجـدران مثل المخبار ، يمكن أن يكون قد استخدم كمقياس لكمية المطر فى أية مرة تمطر فيها السـماء • والجهاز الحديث المستخدم لهذا الغرض ، يستقبل ماء المطر فى قمع يبلغ اتساع فوهته بالضـبط عشرة أضعاف اتساع فوهة الأسطوانة التى يفرغ فيها كما فى الشكل (ص ٢٤٤) بالكتاب • وعلى ذلك فان كمية ماء المطر تكبر عشر مرات • فاذا تجمع فى الأسطوانة الخازنة كمية من الماء ارتفاعها اربع بوصات من ماء المطر ، فان الكمية الحقيقية للمطر الهاطل تكون ٤/١٠ من البوصة •

ويقاس سقوط الثلج مباشرة بغمس عصا فى الثلج فى احـدى المناطق المتوسطة المكشوفة ويعين المكافىء المطرى للثلج الهابط بصهر كميـة معينة من هذا الثلج • ويختلف الثلج فيما ينتجه من الماء • فالثلج الخفيف الهش الذى يحتوى على كمية كبيرة من الهواء ، قد يعطى مالا يزيد على بوصة من الماء لكل ١٥ بوصة من الثلج ، والثلج الكثيف المضـغوط قد يعطى بوصـة من الماء لما لا يزيد على ٦ بوصات من الثلج • والمتوسط هو نحو بوصة من الماء لكل ١٠ بوصات من الثلج •

قياس الرياح : ان السهم الذى يوضـع أحيانا على قائم بأعلى المبانى ويتحرك مع الريح ، كثيرا مايسمى بسهم الرياح أو سهم الجو ، فقـد أدرك الناس منذ زمن بعيد أن اتجاه الرياح له دلالة كبيرة على حالة الجو • وسهم الرياح يتجه نحو الريح أى انه يشير الى الاتجاه الذى تهب منه الريح • فاذا كانت الرياح تهب من الغرب مثلا ، فان رأس السهم يتجه نحو الغرب • وتسـمى الرياح تبعا للاتجاه الذى تأتى منه • فالريح التى تهب من الغرب الى الشرق تسمى ريحا غربية •

وتقـاس سرعة الريح بآلة تسـمى جهاز سرعة الرياح anemometer ومن أنواعه الشائعة المستخدمة فى محطات الأرصاد الجهاز ذو الثلاثة الأحـواض • وكل حـوض أو فنجان من هـذه الفناجين يشبه نصف كرة أجوف • وتتصل هذه الأحواض الثلاثة بنقطة ارتكاز فى المركز بوساطة قضبان شعاعية • والرياح تجعل هذه الأحواض تدور كما فى عجلة الرياح ، بسرعة تتناسب مع سرعة الريح • وتسجل هـذه السرعة على ميناء خاص •

ويحدد اتجاه الرياح وسرعتها فوق الأرض بمساعدة البالونات المرشدة ؛ فهذه البالونات التى تحتـوى على الأيدروجين أو الهيليوم ، تترك فى الهواء ويتم تتبعها بمنظار مقرب خاص يمـكن المشاهد من تحديد مسار البالون فى أثناء طيرانه. ويسمى هذا المنظار ثيودوليت theodolite وبذلك يمكن حساب سرعة الرياح واتجاهها كما يمكن تتبع هذه البالونات أيضا بوساطة الرادار •

قياس الحرارة : يسـتخدم رجـل التنبؤات الجوية الترمومتر لقياس درجـة حرارة الهواء • وتتم جميع القراءات التى يمكن الاعتماد عليها فى مكان أو محيـط مغلق ، ولكنـه يتصل بالهواء وبحيث يكون الترمومتر محميا من الشـمس • فقراءة الترمومتر مع تسلط الشـمس عليـه

لا يكشف لنا فى الواقع الا عن مدى امتصاص الترمومتر لأشعة الشمس ، ولا يعطى بذلك رقما ذا دلالة.كما أنه لن يتفق مع ماتسجله الترمومترات الأخرى ذات الأحجام والأشكال المختلفة الموضوعة فى نفس المكان ؛ اذ أنه لم يراع فى هذا الترمومتر أن يستخدم فى ضوء الشمس • وسوف يناقش الترمومتر بالتفصيل فى (فصل ١٨ أ) •

ومن الأمور ذات الأهمية البالغة بالنسبة لعالم الأرصاد معرفة درجة الحرارة على الارتفاعات المختلفة فوق سطح الأرض • وسوف نرى بعد قليل كيف نقيس درجات حرارة الهواء على الارتفاعات المختلفة •

قياس الرطوبة : الهيجرومتر هو جهاز قياس كمية الماء التى بالجو • ومن أنواع الهيجرومتر ، الترمومتر ذو الانتفاخين ، اللذين يكون أحدهما مبتلا والآخر جافا • وتستطيع فهم الفكرة التى يقوم عليها هذا الجهاز اذا تذكرت تجربتين شائعتين :

فهنالك أولا أنك ربما لاحظت كيف أن الملابس المبتلة تجف ببطء فى اليوم الرطيب وبسرعة فى اليوم الجاف •

وهناك ثانيا أنك ربما لاحظت البرودة التى تشعر بها على جلد يديك ووجهك عندما يتبخر الماء منهما •

فالترمومتر ذو الانتفاخ المبتل الموضح فى الصورة يلتف حول مستودعه قطعة مبتلة من القماش • وعندما يتبخر الماء الذى بالقماش فى الهواء ، يبرد الترمومتر • فاذا كان الهواء جافا فان البخر يكون سريعا ، ويكون هبوط الترمومتر ملحوظا • واذا كان الهواء رطبا ، فان البخر يكون بطيئا وهبوط الترمومتر ضئيلا •

ومجز القول أننا نحسب مقدار الرطوبة فى الهواء من معدل البخر الذى يحدث فى قطعة مبتلة من القماش • وبمقارنة درجة الحرارة التى يسجلها الترمومتر ذو الانتفاخ المبتل بتلك التى يسجلها



هذه الآلات الجوية التى تستخدم لتعيين الرطوبة النسبية يجب أن تحمى من الشمس ولكنها لا تحمى من الهواء ويتخذ معدل بخر الماء من سلطانية الترمومتر ذى الانتفاخ المبتل دليلا على مقدار البخار الموجود بالهواء وتؤخذ القراءتان اللتان يسجلهما الترمومتران ثم تحسب الرطوبة النسبية للهواء •

الرطوبة النســبية مئويا

اءات رمومتر المستودع ـاف	الفرق بالدرجات الفرنهيتية بين قراءات الترمومتر ذو المستودع الرطب والترمومتر ذو المستودع الجاف															
	صفر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
٦٠	٪١٠٠	٪٩٤	٪٨٩	٪٨٤	٪٧٨	٪٧٣	٪٦٨	٪٦٣	٪٥٨	٪٥٣	٪٤٩	٪٤٤	٪٤٠	٪٣٥	٪٣١	٪٢٧
٦١	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٨	٦٤	٥٩	٥٤	٥٠	٤٥	٤٠	٣٦	٣٢	٢٨
٦٢	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٩	٦٤	٦٠	٥٥	٥٠	٤٦	٤١	٣٧	٣٣	٢٩
٦٣	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٤	٧٩	٧٤	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥١	٤٧	٤٢	٣٨	٣٤	٣٠
٦٤	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٧٩	٧٥	٧٠	٦٦	٦١	٥٦	٥٢	٤٨	٤٣	٣٩	٣٥	٣١
٦٥	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٦	٦٢	٥٧	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٢
٦٦	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٦	٧١	٦٦	٦٢	٥٨	٥٣	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٣
٦٧	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٦	٧١	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٢	٣٨	٣٤
٦٨	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨١	٧٦	٧٢	٦٧	٦٣	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٣	٣٩	٣٥
٦٩	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٦	٨١	٧٧	٧٢	٦٨	٦٤	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٤	٤٠	٣٦
٧٠	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٦	٨١	٧٧	٧٢	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧
٧١	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٦	٨٢	٧٧	٧٣	٦٩	٦٤	٦٠	٥٦	٥٣	٤٩	٤٥	٤١	٣٨
٧٢	١٠٠	٩٥	٩١	٨٦	٨٢	٧٨	٧٣	٦٩	٦٥	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٦	٤٢	٣٩
٧٣	١٠٠	٩٥	٩١	٨٦	٨٢	٧٨	٧٣	٦٩	٦٥	٦١	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٣	٤٠
٧٤	١٠٠	٩٥	٩١	٨٦	٨٢	٧٨	٧٤	٧٠	٦٦	٦٢	٥٨	٥٤	٥١	٤٧	٤٤	٤٠
٧٥	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٢	٧٨	٧٤	٧٠	٦٦	٦٣	٥٩	٥٥	٥١	٤٨	٤٤	٤١
٧٦	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٧٨	٧٤	٧٠	٦٧	٦٣	٥٩	٥٥	٥٢	٤٨	٤٥	٤٢
٧٧	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٧٩	٧٥	٧١	٦٧	٦٣	٦٠	٥٦	٥٢	٤٩	٤٦	٤٢
٧٨	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٧٩	٧٥	٧١	٦٧	٦٤	٦٠	٥٧	٥٣	٥٠	٤٧	٤٣
٧٩	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٧٩	٧٥	٧١	٦٨	٦٤	٦٠	٥٧	٥٤	٥٠	٤٧	٤٤
٨٠	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٧٩	٧٦	٧٢	٦٨	٦٤	٦١	٥٧	٥٤	٥١	٤٧	٤٤

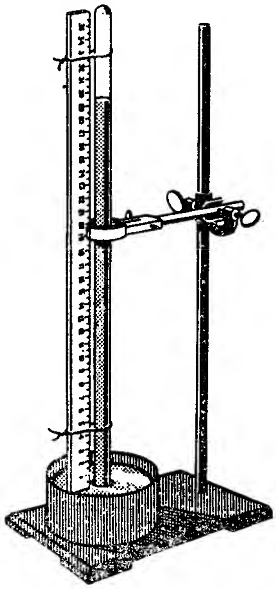
ترمومتر معتاد ذو خزان جاف ، يستطيع الانسان بالرجوع الى الجدول المبين أن يعين درجة رطوبة الهواء • ودرجة الرطوبة المشار اليها هنا هى الرطوبة النسبية ، ويعبر عنها فى صورة مئوية •

فماذا يقصد بالرطوبة النسبية ؟ اذا قلنا مثلا ان الرطوبة النسبية ١٠٠٪ ، فاننا نعنى أن الهواء تشبع بالماء الى أقصى احتماله ، فاذا أضيف مزيد من الماء ، فانه يترسب من الهواء فى صوره ضباب أو مطر • واذا قلنا أن الرطوبة النسبية ٥٠٪ فاننا نعنى أن الهواء لا يحمل الا نصف كمية بخار الماء التى يستطيع أن يحملها •

ونظرة سريعة الى الخريطة توضح أن النسب المئوية المعطاة تنطبق أو تصدق على درجة حرارة معينة • وبعبارة أخرى ، فان قدرة الهواء على التشبع بالماء تختلف باختلاف درجة الحرارة ؛ فالهواء الساخن يستطيع أن يحتفظ بكمية من بخار الماء أكبر من تلك التى يحتفظ بها الهواء البارد • ولهذا الأمر أهمية بالنسبة للظواهر الجوية لأنه يعنى أنه اذا برد جزء معين من الهواء ، فان قدرته على الاحتفاظ بالماء تقل • وعلى ذلك فان الرطوبة النسبية لمثل هذا الجزء تزداد دون أن يطرأ تغير على مايحتويه فعلا من الماء ، واذا بلغت رطوبته النسبية ١٠٠٪ فان ماءه قد يتكاثف.

وذلك هو مايحدث فى أحد أيام الصيف الدافئة عندما يرتفع الهواء الدافىء الرطب فى الصباح نحو مناطق عليا أشد برودة فيكون العواصف الرعدية التى تحدث فى النصف الأخير من اليوم •

وسوف نحاول أن نرى كيف نستعمل خريطة الرطوبة النسبية • فاذا كانت درجة حرارة الهواء التى يعطيها الترمومتر ذو الخزان الجاف ٧٠ درجة فهرنهيت ، فى حين تهبط درجة حرارة الترمومتر ذى الخزان المبتل الى ٦٤ درجة ، فان الفرق بين هاتين الدرجتين يكون ٦ درجات • انظر على طول الخط درجة ٧٠ حتى تصل الى الرقم ٦ • فتكون الرطوبة النسبية هى ٧٢٪ •



بارومتر زئبقى بسيط • يوازن ضغط الهواء على سطح الزئبق فى الحوض عمود الزئبق فى الانبوبة وينتج عن ارتفاع الضغط الجوى ارتفاع فى عمود الزئبق ، كما ينتج عن انخفاض الضغط الجوى انخفاض فى عمود الزئبق •

وهنالك آلة أخرى لقياس الرطوبة النسبية، وهى هيجرومتر الشعر ، الذى تقوم على ملاحظة أن شعر الانسان تقصر عندما يكون الجو جافا ويطول عندما يكون الجو رطبا • وتتجلى هذه الظاهرة على أحسنها فى الشعر الأشقر • فهو يعالج أولا بحيث تزال منه الزيوت ، ثم تثبت بعض خصلات منه فى جهاز خاص بطريقة تجعل الشعر يحرك مؤشرا أمام تدريج يبين النسب المئوية للرطوبة • وتتم القراءة مباشرة دون الاحتياج الى استخدام خريطة ، ولكن هذه الآلة ليست فى دقة الترمومترات ذات الانتفاخ المبلل والانتفاخ الجاف •

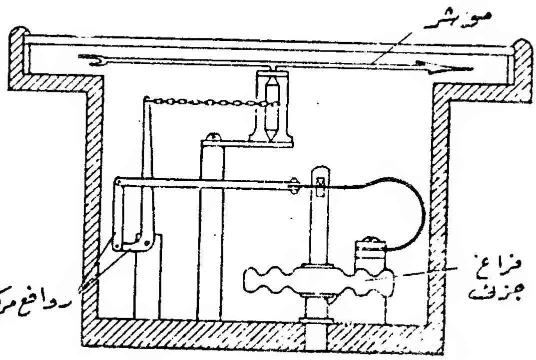
قياس الضغط : من المهم بالنسبة لعالم الأرصاد أن يعرف ضغط الهواء لأنه يكشف عن العوامل الداخلية التى تسبب دورة الهواء فى الجو •

وعندما نقول ان للهواء ضغطا فاننــا نعنى ببساطة أن الهواء يدفع الأشياء أو يضغط عليها • ونحن لانشير هنا الى النسيم أو الأعاصير ؛ بل الى الهواء الساكن غير المضطرب • ولا نحس بهذا الضغط لأننا نعيش فى وسطه ، ولأنه يقع عليها بمقادير متساوية من جميع الاتجاهات • وبالاضافة الى ذلك فان للهــواء الذى فى تجـاويف جسمنا ، والدم الذى بأوردتنا وشراييننا يدفـع بأعضائنــا الداخلية نحــو الخارج بأقدار متســاوية • فاذا حاولنا أن نغير من ارتفاعنا ، كما يحدث عندما نهبط بسرعة داخل أحد المصاعد أو نرتفع فيها فاننا نلاحظ غشاء « طبلات » آذاننا يدلنا بسرعة على التغيرات الحادثة فى الضغط •



يوضح المؤشر الاسود الذى على البارومتر الهوائى التغيرات فى الضغط الجوى ويضبط المؤشر الآخر باليد حتى تسهل ملاحظة التغيرات وتدل الأرقام على عدد بوصات الزئبق ويتكون الجهاز الدقيق الذى بداخل علبــة البارومتر (انظر الشكل الأسفل) من صندوق شــبه قرصى مفرغ من الهواء تتصل به مجموعة من الروافع تحرك المؤشر لكى يدل على التغيرات فى الضغط •

فماذا يكسب الهواء قوته الدافعة أو ضغطه ؟ لكى نجيب بكلمة واحدة ؛ انه « وزن الهواء » • فنحن نعيش فى قاع محيط من الهواء يقع وزنه على الأرض • فلنحصر تفكيرنا فى جزء صغير من سطح الأرض ، لاتزيد مساحته على بوصة مربعة فقط • ولنفترض أننا استطعنا أن نرتفع ببطء فى بالون من سطح الأرض الى قمة الغلاف الجوى ، وأننا قد جمعنا جميع الهواء الذى يقــع مباشرة فوق هذه البوصة المربعة داخل اسطوانة مصنوعة من الصلب ومفرغة (حتى من الهواء) فسوف نجد عند العودة الى الأرض أن هذه الأسطوانة قد زاد وزنها عما كانت عليه عند بدء التجربة بمقدار ١٥ رطلا • فهنالك ما يقرب من ١٥ رطلا من الهواء يقع وزنها على كل بوصــــة مربعة من سطح الأرض (عند مستوى سطح البحر) ، أو بعبارة أخرى فان ضغط الهواء عند مستوى سطح البحر يبلغ نحو ١٥ رطلا على البوصة المربعة •



وعلى ذلك فان ضغط الهواء يرجع الى وزن الهواء فوقنا • ومن الواضح أن هذا الضغط يجب أن يقل على قمة الجبل ، وهذا هو الواقع ، وهو فى نفس الوقت يكون أكبر داخل أحد المناجم التى تهبط عن مستوى البحر •

وفى عــام ١٦٤٣ اخترع طورشللى جهازا

لقياس ضغط الهواء ، هو البارومتر الزئبقى • ولعمل بارومتر زئبقى تملأ بالزئبق ، أنبوبة زجاجية طولها نحو ٣٦ بوصة ومقفلة من أحد طرفيها • ثم تقلب هذه الأنبوبة فى حوض مفتوح به كمية من الزئبق • فاذا أجريت هذه التجربة عند مستوى سطح البحر ، فان الزئبق الذى داخل الأنبوبة سوف يهبط بمقدار عدد قليل من البوصات ، سوف يتبقى منه داخل الأنبوبة مايبلغ ارتفاعه نحو ٣٠ بوصة كما هو موضح بالشكل • والفضاء الذى فوق الزئبق يكون فارغا ، انه فراغ •

فلماذا لاينسكب الزئبق من الأنبوبة ؟ لقد كان التفسير الأول لطورشللى هو أن هذه الظاهرة تعد مثالا لنظرية أرسطو التى تذهب الى أن الطبيعة تقاوم الفراغ • وتبعا لهذه النظرية ، فانه اذا انسكب جميع الزئبق من الأنبوبة ، فانه سوف يترك فراغا طويلا ، مما يخالف سنة الطبيعة • ولكن طورشللى لاحظ شيئا كان له مغزاه الكبير فى علم الأرصاد الجوية • لقد لاحظ أن ارتفاع عمود الزئبق كان يختلف من يوم الى آخر ، فاستنتج من ذلك أن الطبيعة لن تسلك مسلك الفتاة المتقلبة ، فتخفى الفراغ بدرجات مختلفة فى الأيام المختلفة ، ولذلك فقد أخذ يبحث عن تفسير آخر • وبذلك وصل الى التفسير الذى يعد سليما فى وقتنا الحاضر ، وهو أن الزئبق الذى بداخل الأنبوبة يبقى فى مكانه نتيجه لضغط الهواء على سطح الزئبق الذى بالحوض • وتستطيع أن تتصور البارومر الزئبقى كنوع من الموازين الذى يكون فيه وزن الغلاف الجوى الواقع على سطح الزئبق متساويا تماما مع وزن الزئبق الموجود داخل الأنبوبة •

ويستخدم الزئبق فى البارومترات لأنه أثقل السوائل الشائعة المعروفة • واذا استخدم الماء ، فان الأنبوبة البارومترية سوف يبلغ طولها أربعين قدما ! • وفى علم الأرصاد الجوية يعبر عن ضغط الهواء بالبوصات (أو السنتيمترات) من الزئبق.

وقد تعد هذه الطريقة غريبة فى قياس الضغط الجوى الا اذا تصورت تركيب البارومتر الزئبقى • ان ثلاثين بوصة تعادل الضغط الناتج عن ١٥ رطلا فوق البوصة المربعة • (٧٦ سم زئبق تعادل الضغط الناتج عن ١٫٠٣٥ كيلو جرام فوق السنتيمتر المربع) •

وبعد سنوات من اكتشاف البارومتر الزئبقى وجد أن الضغط المرتفع للهواء يكون غالبا مصحوبا بجو معتدل ، وأن الضغط المنخفض يكون مصحوبا بجو مضطرب أو مطير • وسوف نناقش العلاقة بين ضغط الهواء والحالة الجوية العامة بمزيد من التفصيل بعد قليل •

فلنحاول الآن أن نرى لماذا يختلف ضغط الهواء من يوم الى آخر • ان ضغط الهواء كما رأينا يتوقف على وزنه • ووزن الهواء فى أى مكان لايكون ثابتا • انه يختلف لسببين :

١ ـ الهواء الحار يكون أخف من الهواء البارد •

٢ ـ الهواء الرطب يكون أخف من الهواء الجاف • (السبب فى أن الهواء الرطب يكون أخف من الهواء الجاف هو أن نسبة كبيرة من الهواء الرطب تكون من بخار الماء • وبخار الماء يكون فى الواقع أخف من المكونات الأخرى للهواء • وفى الجو عندما يضاف بخار الماء الى الهواء فانه يدفع بحجم مساو من النيتروجين والأوكسجين اللذين هما أثقل منه الى مناطق أخرى) •

وعلى ذلك فان القراءة البارومترية بسبب توقفها على رطوبة الهواء ودرجة حرارته تعد من المقاييس الجوية الدقيقة • وفضلا عن ذلك فانه لما كان الهواء سوف يتحرك من منطقة ذات ضغط مرتفع الى أخرى ذات ضغط منخفض ، فان معرفة المناطق ذات الضغط المرتفع والأخرى ذات الضغط المنخفض سوف يمكن رجال الأرصاد الجوية من التنبؤ بدورة الهواء •

ولا يسهل حمل البارومترات الزئبقية من



يوضح الشكل شخصا يستعد لاطلاق بالون الكشاف الاذاعى ، كما يوضح الباراشوت والآلات • وهنالك شخص آخر يستعد لمتابعة طيران هذا الجهاز مستعينا بآلة ترجه توجيها اذاعيا ليعين اتجاه الرياح وسرعتها فى الطبقات العليا من الجو . جهاز الكشاف الاذاعى الموضح فى الشكل العلوى يحمل تعليمات مطبوعة مكتوبا فيها ماياتى :



هذه الآلة مملوكة لحكومة الولايات المتحدة •

أطلق هذا البالون من احدى محطات الأرصاد الجوية بالولايات المتحدة الى ارتفاع يبلغ نحو ١٢ ميلا وقد انفجر البالون وهبطت الآلة ببطء بواسطة الباراشوت • وعندما كانت الآلة فى الهواء فانها قامت بعمل محطة اذاعية لاذاعة درجة حرارة الهواء الذى مرت به وضغطه ورطوبته • ويمكن استخدام هذه الآلة مرة أخرى . الرجاء رفع هذه اللافتة وتسجيل المعلومات المطلوبة • اذا عثرت على هذا الجهاز داخل الولايات المتحدة فاكتب الى أى مكتب بريد ، أو سلمه الى احد سعاة البريد • لا حاجة الى استخدام طوابع البريد مع الشكر •

مكان لى آخر • مما يجعلها آلات غير سهلة الاستخدام • وهنالك نوع آخر من البارومترات أكثر سهولة فى الاستخدام ؛ ذلك هو البارومتر المعدنى أو الجاف الموضح فى الصورة الفوتوغرافيه • والبارومتر المعدنى خال من السوائل ؛ فهو يحتوى بدلا من السائل على صندوق معدنى قرصى الشكل قد أفرغ من قدر كبير من هوائه • وعندما يرتفع الضغط الجوى فانه يضغط على قمة الصندوق الى أسفل ، وعندما ينخفض الضغط الجوى تعلوا هذه القمة مرة أخرى • وهذه الحركة الضئيلة تنقل بوساطة روافع الى مؤشر يتحرك على مبناء مقسم الى أقسام تطابق مايقيسه البارومتر الزئبقى • وتستعمل البارومترات المعدنية فى المنازل وعلى السفن والطائرات •

دراسة الجو : عندما كانت قياساتنا للرياح والرطوبة ودرجة الحرارة والضغط مقصورة على سطح الأرض ، بقيت معلوماتنا عن الجو محدودة الى حد كبير • والجو ، مثل الغلاف الجوى ذو ثلاثة أبعاد • ولابد أن نعرف خواص الهواء فى المستويات المختلفة فوقنا اذا كان علينا أن نكون صورة كاملة عن الأحوال الجوية وتتم دراسة الطبقات العليا من الهواء بوسائل ، حديثة هى : الراديوسوند radiosonde والكشافات reconnaissance والرادار •

والراديوسوند هو آلة محمولة على بالون تستخدم لقياس درجة الحرارة والرطوبة والضغط

فى فترات منتظمة عندما يرتفع البالون الممتلىء بالغاز والخالى من الأشخاص الى ارتفاعات تتراوح بين ٥٠ ، ٧٥ ألف قدم • ثم تتحول القياسات الى اشارات اذاعية ترسل الى الأرض •

واستخدام طائرات مزودة بآلات جوية كشافة للاستطلاع داخل الغلاف الجوى ، بما فى ذلك الطيران فى الأعاصير الخطيرة ، قد هيأ لنا معلومات ذات قيمة حيوية ، مما لم يكن من الممكن الحصول عليه بأية وسيلة أخرى •

والرادار ، الذى استخدم أصلا كاحدى الآلات الهامة للملاحة فى السفن والطائرات ، وجد أنه مفيد فى كشف حالة الجو • فشاشة الرادار حساسة ، وبخاصة عند تردد معين ، لقطرات المطر ولقشور الثلج ، وللطبقات من الهواء ذات درجات الحرارة المختلفة أو الرطوبة المختلفة •

وقد استخدم الرادار بنجاح كآلة من آلات التنبؤ بالأمطار والعواصف ؛ اذ أنه يكشف عن الاضطرابات الجوية التى تكون على بعد مئات الأميال • وسوف نرى فيما بعد كيف استخدمته مصلحة الأرصاد لهذا الغرض •

الماء فى صور كثيرة وأحجام كثيرة

ان الضباب والسحاب والندى والمطر والصقيع والثلج والبرد صور مرئية يتخذها بخار الماء غير المنظور الذى بالهواء •• عندما « نشاهد » أنفاسنا فى يوم بارد ، فاننا نشاهد عملية تحول الماء ولكن على نطاق ضيق : فجزيئات بخار الماء فى هواء الزفير تتجمع معا لكى تتكاثف على هيئة سحابة صغيرة يمكن مشاهدتها • ويذكرنا هذا المثال أيضا بأنه لكى يتكاثف بخار الماء فان الهواء الذى يحتويه يجب أن يبرد بالقدر الكافى • وكلما ازدادت كمية بخار الماء فى الهواء ، قلت البرودة المطلوبة •

نقطة الندى : لقد رأينا من قبل كيف أن الرطوبة النسبية كانت وسيلة مفيدة لوصف مايحتويه الهواء من بحار الماء • وتعد نقطة الندى مفيدة كذلك لأنها تساعد على معرفة ما اذا كان سوف يتم تكثف هذا البخار • ويمكن تعريف نقطة الندى بأنها درجة الحرارة التى ينبغى تبريد عينة من الهواء الى مادونها لكى يحدث التكثف • كما يمكن اعتبارها الدرجة التى تبلغ فيها الرطوبة النسبية لعينة من الهواء ١٠٠٪ • وسوف نرى كيف تفيد نقطة الندى فى فهم تكوين الندى والصقيع •

الندى والصقيع : عندما تدخل غرفة بعد أن تكون فى الخارج فى يوم بارد ، فان طبقة رقيقة من الرطوبة تتكون غالبا على زجاج نظارتك • ويحدث هذا لأن سطح زجاج النظارة البارد يخفض درجة حرارة الهواء القريب منه تحت نقطة الندى ، وبذلك يتكاثف مابه من البخار على زجاج النظارة •

ويتكون الندى بمثل هذه الطريقة فى الخلاء؛ فهو يتكون عندما تنخفض درجة حرارة الأشياء الموجودة على سطح الأرض أو القريبة منه عند درجة الهواء المحيط بها • فالحشائش والأوراق والسيارات وقطع الأثاث الموضوعة فى الخلاء تفقد حرارتها فى أثناء الليل أسرع مما يفقدها الهواء الذى حولها • فاذا كان الهواء يحتوى على قدر كبير من الرطوبة ، فان هذه الأشياء قد تبرد الهواء الى نقطة نداه ، مسببة تكاثف مابه من بخار الماء عليها • والليلة الصافية تساعد على تكوين الندى؛ لأن الحرارة تفقد بسرعة عند اشعاعها خلال الغلاف الجوى ، والسحب تعمل فى أثناء الليل عمل الدثار لكى تمنع فقدان الحرارة • والليلة التى تكون الريح فيها ضعيفة أو ساكنة تساعد على تكوين الندى • لأن الرياح تحرك الغلاف الجوى بحيث لايكون جزء منه قد برد برودة كافية نتيجة ملامسته للأسطح الباردة •

ويتكون الصقيع بنفس الطريقة التى يتكون بها الندى ، غير أن درجة حرارة الأجسام التى

يتم حولها التكثف تكون تحت درجة التجمد ، أى تحت درجة ٣٢ فهرنهيت (الصفر المئوى) • فيتحول بخـار المـــاء مباشرة الى بلورات ثلجية ريشية • والصقيع ليس ندى متجمدا •

الضبـاب : مامن أحد منا الا وقد مر بخبرة السير فى الضباب أو قيادة السيارة فيه • والضباب سحب تلمس الأرض • وهو يتكون من قطرات صغيرة من الماء يبلغ قطرها $\frac{1}{2000}$ من البوصة وهذه القطرات تكاثفت من بخار الماء ، ولكنها تبقى عالقة بالهواء بسبب صغر حجمها •

والضباب الأرضى ينتج عن البرودة السريعة للهواء القريب من سطح الأرض ليلا عندما تغيب الشمس • والظروف اللازمة لتكوين هذاالنوع من الضباب شبيهة بتلك اللازمة لتكوين الندى الا أن الرياح الخفيفة بدلا من الركود التام ، تساعد على مزج الهواء البارد القريب من الأرض بالهواء الذى يعلوه بمســافة قصيرة • ويوجد الضباب الأرضى غالبا فى الوديان ، حيث يتجمع الهواء البارد الثقيل فى أثناء الليل وفى الصباح المبكر • وعندما تدفىء الشمس الهواء ، يختفى الضــباب • ويرجع ذلك الى أن الهواء الدافىء يستطيع أن يحمل قدرا كبيرا من الرطوبة ، والى أن قطرات الضباب تتبخر فيه •

ويحدث الضباب أحيانا عندما يتحرك الهواء الدافىء الرطب من احدى المناطق افقيا فوق سطح بارد • ويظهر الضباب الذى من هذا النوع فى نيوفوندلاند ، حيث يهب الهواء الدافىء الرطب الذى فوق تيار الخليج على تيار لابرادور البارد • ويظهر الضباب فى كاليفورنيا عندما يهب هـواء المحيط الدافىء فوق المياه الساحلية الباردة •

السـحب : ان السحب العالية ، كالضباب القريب من الأرض ، تنتج عن التكنف • الا أن كل قطرة من القطرات الدقيقـة التى تتألف منهـا السحابة ، تتكون حول جزء صغير جدا من التراب أو الرماد أو الدخان أو حبوب اللقاح أو الملح •

وقــد وضعت منــذ زمن بعيد طرق كثيرة لمعرفة أنواع السحب وتقسم السحب فى الوقت الحاضر ، تبعا لاتفاقية فلكية دولية بحسب عاملين، الشكل والارتفاع • وسوف ندرس الشكل أولا • فهنالك مبدئيا ثلاثة أشكال أساسية للسحب وهى عفاء السحاب cirrus والركام cumulus والسحاب الطبقى stratus وهى موضحة فى الصور •

وعفاء السحب هى أرق أنواع السحب ، وتسمى أحيانا بذيل الفرس • وهى بيضاء ريشية رقيقة ، لاتحجب الشمس • وهى أعلى أنواع السحب اذ يبلغ متوسط ارتفاعها ستة أميال ، وهى تتكون من بلورات ثلجية •

والسحب الركامية تنتج من تراكم السحب فى أكوام ضخمة • ولها قواعد مسطحة ورؤوس متموجة بيضاء وهى تلقى ظلالا على الأرض وتتكون السحب الركامية فى أثنـــاء ارتفــاع التيارات الهوائية ، وهى السحب المعتادة التى نشاهدها فى الأيام المعتدلة ، وعندما ترتفع عددا من الأميال الى أعلى تسمى الرؤوس الرعدية •

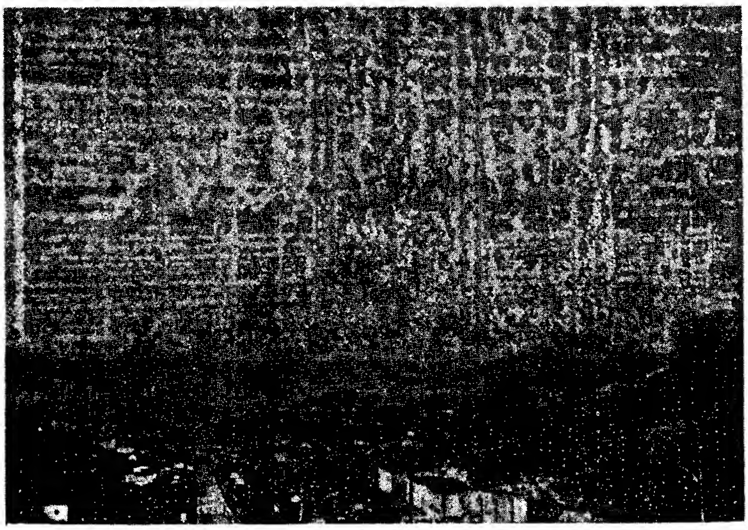
والسحب الطبقية ، واسمها مشتق من كلمة « طبقة » هى تلك التى تعطى جميع السماء وتحجب الشمس وتجعل لــون الســماء رماديا أملس • والسحب الطبقية تتكون من قطرات مائية صيفا ومن بلورات ثلجية شــتاء • والضــباب سحابة طبقية تقع فوق سطح الأرض •

ثم تعود هذه الصور الأساسية للســحب وهى العفائية والركامية والطبقية فتقسم بدورها بحسب ارتفاعها فقد تكون تبعا لذلك عالية أو متوسطة أو منخفضة أو ذات تكوين رأسى •

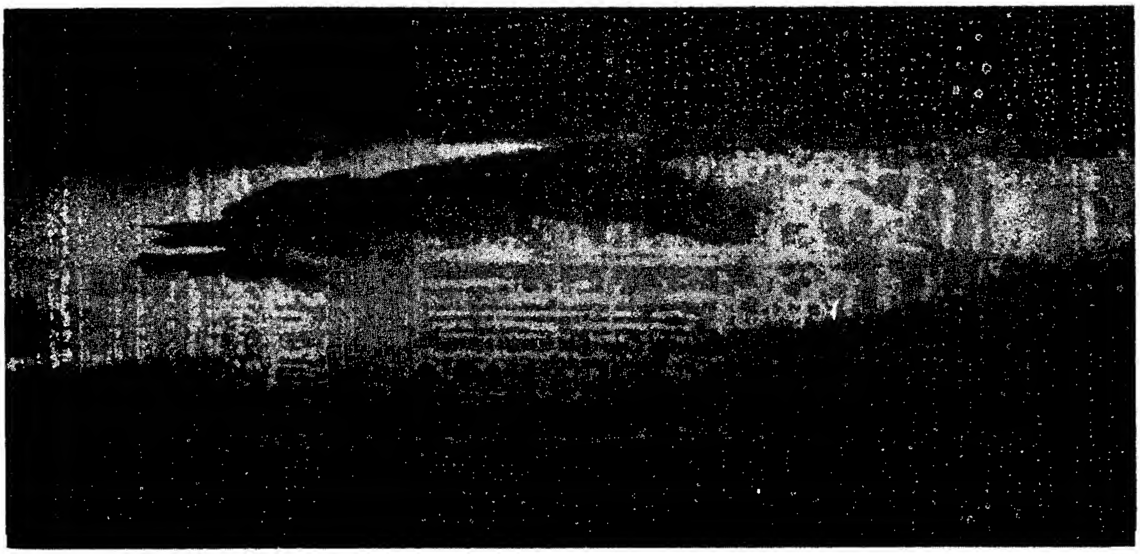
المطر : ان جزيئات أو قطرات المـــاء التى تكون معظم السحب تكون من الصغر بحيث تبقى معلقة فى الهواء ، ويساعد على بقائها فيه تيارات الهواء الخفيف • وعندما تنمو قطرات السحب



عنار السحب ، وهى سحب عالية تتكون من بلورات ثلجية •



السحب الطبقية وتكون فى الغالب دقيقة ومتجانسة وتكسب السماء كلها لونا رماديا •



السحب الطبقية المنخفضة تكون منخفضة وكثيفة وغالبا ماتتسبب فى هطول الأمطار أو نزول الثلج بصورة ثابتة ..

فى أحجامها ، وتبلغ الدرجة الكافية من الثقل ، فانها تسقط خلال الغلاف الجوى على هيئة مطر • ولا نعرف على وجـه التأكيد ماذا يجعل قطرات السحب تتجمع معا وتكون قطرات المطر •

الثلج : قد يحدث فى كثير من الأحيـان أن يتكون الجزء السفلى من السحابة من قطرات مائية والجزء العلوى منها من قشور ثلجية • وفى الجزء ذى القشور الثلجية تكـون درجة الحرارة تحت التجمد بحيث يتكاثف بخار الماء مباشرة الى بلورات ثلجية • والثلج ليس مطرا متجمدا ، بل هو بخار مـاء متجمد • وعندما يسـقط الثلج قـد تهبط بلوراته السـداسية الجميلة منفصـلة أو متجمعة مكونة قطعا كبيرة من الثلج •

المطـرة الثلجيـــة أو البردية Sleet : المطرة الثلجية أو البردية التى تنزل من السماء هى مطر يتجمد فى أثناء هبوطه • فاذا مرت قطرات المطر المتكونة فى طبقة دافئة نسبيا من الهواء خلال طبقـة ذات درجة حرارة متجمدة ، فانها تتجمد مكونة كتلا ثلجية صغيرة صلبة صافية •

الزجـاج Glaze : يتكون الزجاج عندما يسقط المطر على الأشجار والشوارع الأخرى التى تكـــون فى درجة حرارة تحت درجة التجمد • وعندئذ يتجمد المطر مكونا غطاء من الثلج يبلغ من الثقل أحيانا فوق أغصان الأشجار وأسـلاك التليفون والتلغراف حدا يسبب انكسارها •

البرد Hail : يظهـر البرد أحيـــانا فى أثنـــاء العواصف الثلجية ولا يتكون الا اذا كان هنالك تيارات قوية من الهواء المرتفع • ويبـــدأ البرد على هيئة مطر ، ولـكن ، عندما يحمل تيار الهواء المرتفـع القطرات الى أعلى درجات الحرارة الباردة ، فانها تتجمد وتتحول الى ثلج • وعندئذ فانها تسقط وقد يجرفها تيار الهواء الى أعلى مرة أخرى • وعندئذ يتكاثف بخار ماء جديد على حب البرد (Hail-Stone) فيزداد حجمها وقد تتـكرر هذه العملية عددا من المرات حتى لقد يصل حجم حبات البرد الى مايقرب من حجم بيض الدجاج • وعندما تبلغ من الحجم قدرا لا يمكنها من الارتفاع مع تيارات الهواء فانها تهبط الى الأرض • وحب البرد على ذلك يتكون من عدد من طبقات متمركزة أى ذات المركز الواحد ، ويمكن تمييزها بسهولة اذا قطعت الحبة الى نصفين • وكثيرا ما يتسبب البرد فى تلف المحصولات • وأكبر حبة من حبات البرد شوهدت فى الولايات المتحدة بلغ وزنها رطلا ونصف رطل •

الريـاح

ان السبب الرئيسى للرياح ــ كما رأينا من قبل ــ هو التدفئة غير المتساوية للأرض بوساطة الشمس ؛ فالهواء الساخن يتمـدد ويصيـر أخف وزنا • والهواء البارد ، بسبب ثقله ، يندفع تحت الهواء الذى هو أخف منه ويدفعه الى أعلى • ولـما كانت حرارة الأرض تبـــلغ أقصـاها عنـد خط الاستواء وأدناها عند القطبين ، فان ذلك يسـبب دورة للرياح حـول الأرض ، يكون فيها الهـواء البارد متحركا نحو خط الاستواء والهواء الساخن متحركا نحو القطبين كما هو موضح فى الشكل العلوى على صفحة ٢١٢ •

مناطق الرياح : ان صورة الرياح لا تكون على هـذا القدر من البساطة • ولو كانت كذلك لكان لدينا فى نصف الـكرة الشـــمالى ، رياح سطحية تهب من الشمال الى الجنوب ، ورياح عليا تهب فى الاتجاه العكسى . ولكان لدينا فى نصف الكرة الجنوبى عكس ذلك • واذن لصارت جميع الرياح شمالية أو جنوبية • ولكن هـــذا الجهاز الكبـــير من الرياح التى تحركها الشـمس كما وصـفناه ، يتحرك فى اتجاهات مختلفـة نتيجة لدوران الأرض • وتستطيع أن تقول دون التعرض لما يحدث من التعقيدات أن دوران الأرض يجعل الرياح تنحرف شرقا وغربا وتحدث مناطق الرياح أو أحزمة الرياح الموضحة على الشكل السفلى من صفحة ٢١٢ •

فلنحاول أن ندرس هذه المناطق أو الأحزمة.

يوجد حول خط الاستواء حزام يسمى الحزام الاستوائى doldrums • وتكون حركة معظم الهواء فى هذه المنطقة رأسية ، فالهواء الحار الرطب يرتفع الى أعلى ويبرد هنالك ، وتنتج عنه أمطار غزيرة ، وبخاصة بعد العصر • وتتميز هذه المنطقة بجوها الخانق ورطوبتها الزائدة ورياحها الساكنة ، وقد اتخذت اسمها من أيام السفن الشراعية •

وفى شمال الحزام الاستوائى وجنوبه توجد الرياح التجارية • وتهب هذه الرياح بصورة شبه منتظمة سواء فى اتجاهها أو فى سرعتها فوق المحيطات وتهب هذه الرياح فى شمال خط الاستواء بصورة ثابتة من الشمال الشرقى وفى جنوبه من الجنوب الشرقى •

وتتميز منطقة الخيل Horse latitudes كالمنطقة الاستوائية بالتيارات الهوائية الرأسية أكثر منها بالرياح • وتبعا لأكثر القصص شيوعا فان السفن التى كانت تخمد حركتها فى منطقة الخيل كانت تتخلص من بعض حمولتها من الخيل لكى تخفف من حملها وتقتصد فى مياه الشرب •

وفى الشمال والجنوب من منطقة الخيل توجد أحزمة رياح تعرف بمناطق الرياح الغربية السائدة Prevailing westerlies • وفى هذه المناطق تكون الرياح أكثر اختلافا فى شدتها واتجاهها عما هى عليه الحال فى مناطق الرياح التجارية • وهى تهب من الجنوب الغربى فى نصف الكرة الشمالى ومن الشمال الغربى فى نصف الكرة الجنوبى •

وفى كلا النصفين الكرويين تهب الرياح من القطبين ، وتنحرف بعض الشىء لكى تكون حزامى الرياح القطبية الشرقية Polar easterlies وفى هذه المناطق تكون الرياح باردة وشديدة •

اليابسة والماء والرياح : رأينا حتى الآن أن الرياح الأرضية أو الكوكبة تنشأ بسبب السخونة غير المتجانسة للأرض وأنها تتحرك بعد ذلك فيما يشبه الأحزمة • وهذه الصورة للرياح يمكن أن تنطبق على أى كوكب له غلاف جوى يشبه غلافنا الجوى • والصورة الكاملة لرياح الأرض تتحدد بجغرافيتها الخاصة بما عليها من كتل اليابسة من المسطحات المائية • واليابسة والماء تؤثران فى الرياح لأنهما لا يسخنان أو يبردان بنفس المعدل ؛ ففى الشتاء تكون القارات أبرد من المحيطات المجاورة لها • وتهب رياح باردة ثقيلة من القارات على المحيطات • وفى الصيف يحدث العكس ، فيهب الهواء الذى يكون قد برد بتأثير المحيط فوق القارات • وتعدل هذه التأثيرات الموسمية من اتجاه الرياح السائدة ، وتكون مايسمى بالدورات الموسمية •

ويحدث ذلك على نطاق ضيق بالقرب من أى مسطح مائى • فنسيم البحيرة الذى يهب على شيكاجو ونسيم البحر الذى يهب على سان فرانسسكو صيفا ، انما هى أمثلة لنفس الظاهرة.

التيارات الهوائية النفاثة : لقد عرفنا منذ سنوات عديدة تيارات من الرياح السريعة فى أعلى منطقة التروبوسفير ، ولكن رجال الأرصاد الجوية لم يتنبهوا اليها الا حديثا • ففى خلال الحرب العالمية الثانية ، صادف الطيارون الأمريكيون الذين كانوا يطيروا على ارتفاعات تزيد على ٣٠٠٠٠ قدم رياحا عليا تبلغ من القوة حدا لا يتصوره العقل ؛ اذ تبلغ سرعتها فوق ٢٠٠ ميل فى الساعة •

وعندما تمكنت الطائرات من الوصول الى هذه الارتفاعات ، وتحسنت وسائل ملاحظة الرياح فى الطبقات العليا أمكن ملاحظة وجود هذه الرياح السريعه بوضوح أشد • وقد سجلت سرعات لها تبلغ نحو ٤٠٠ ميل فى الساعة • وقد سميت هذه الرياح بالتيارات الهوائية النفاثة •

وقد شبه التيار الهوائى النفاث بتيار ضيق يتحرك حول الأرض من الغرب الى الشرق بصورة

موجية • ويكون عرض هـــذا التيار عادة حوالى ٣٠٠ ميل وتكون أقوى رياحه فوق ٣٠٫٠٠٠ قدم. وقد درست هـــذه التيارات الهوائية بعناية على أيدى علماء الأرصاد الجوية ، ولـكن ذلك لم يتم الا فى نصف الكرة الشـمالى • وليست هـــذه التيارات من الرياح النادرة أو الفجائية ، ولكنها جزء دائم من الدورة الجوية • ولقد وصفنا من قبل الرياح الأســـاسية التى تهب بالقرب من السطح : الرياح التجارية ، والرياح الســـائدة الغربية ، والرياح القطبية الشرقيـــة • وكلما اتجهنا من سطح الأرض الى أعلى تتغير الصـــورة تغيرا ملموسا • فعلى ارتفاع ٤٠٫٠٠٠ قدم ، يهب معظم الهواء من اتجاه غربى ، بسرعة تبلغ أقصاها عند خط عرض ٣٠° شمالا ، وتقل كلما اتجهنا شـمال هـــذا الخط أو جنوبه فى نصف الكرة الشمالى •

والمنطقة التى تبلغ الرياح فيها أشدها هى التى تتكون فيها التيارات الهوائية النفاثة • وقد وجد رجال الأرصاد الجوية اختلافات فى شـــكل هـــذه التيارات النفاثة وموضعها • فيلوح أنها تتكون فى دورات تستمر من أربعه أســـابيع الى ستة . وفى خلال هذه الفترة يتحرك التيار النفاث على صورة موجة عظمى شمال موضعه المعتاد عند خط عرض ٣٠ وجنوبه،فيسبب بذلك تبادل الهواء بين المناطق القطبية والاستوائية •

ولا نعرف حتى الآن على وجـه الدقة الدور الذى تقـــوم به التيارات النفاثة فى تأثيرها فى الجو ، ولكنها تتصل بكثير من الظواهر الجوية • فمن المحتمل أنهـا تلعب دورا فى تحرك المناطق العاصفة والمناطق المعتدلة فوق الأرض • كما أنها تحرك كتـــلا من الهواء الســـاخن والبارد عبر القارات • ويكون سلوك التيارات النفاثة بدرجـــة من الانتظام تكفى لجعلها مفيدة فى التنبؤات الجوية ذات المدى البعيد •

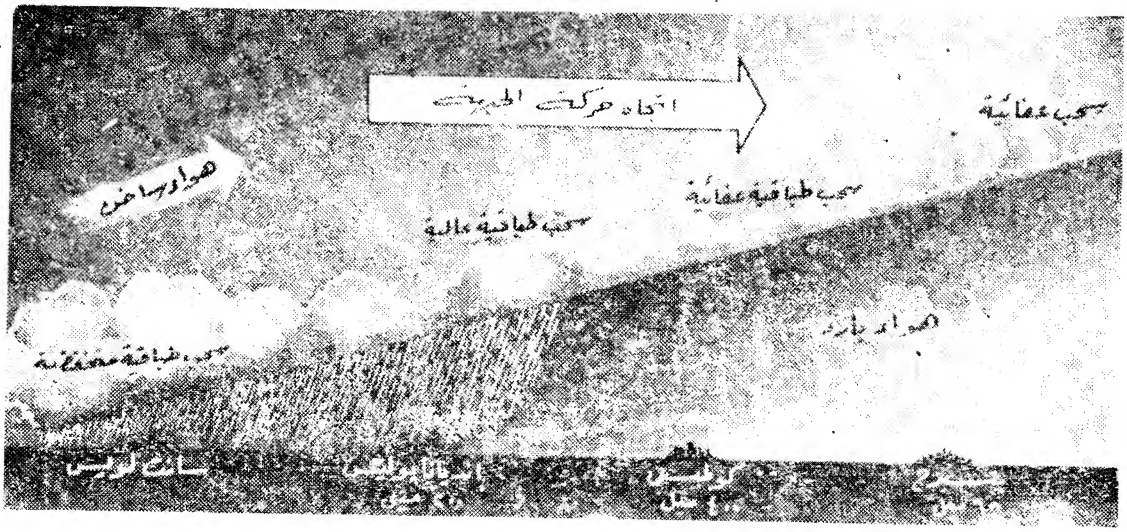
الكتل الهوائية

اذا كنت قد ذهبت الى أحد المخازن الرطبة التى تحت الأرض فى يوم حار ، فلا شك أنك قد لاحظت اختلافه عن الهواء الخارجى فى درجة الحرارة والرطوبة • فعند دخولك هذا المخزن تكون قد انتقلت من جو الى آخر ، ومن نوع من الهواء الى آخر •

ان الهـــواء فى المخزن قد اكتسب رائحتـه ورطوبته ودرجة حرارته لأنه بقى راكـدا هنالك واكتسب خواص البيئة المحيطة به • ان شـيئا من هذا القبيل يحدث على نطاق الكرة الأرضية •

فعندما يركد جزء كبير من الغلاف الجـوى أو يتحرك ببطء فوق مساحات اليابسة أو الماء ، فان الهواء يميل الى اكتساب صفات الأسطح التى يلامسها من حيث درجة الحرارة والرطوبة • فاذا كان السطح حارا ، فان الهواء الذى فوقه سوف يسخن واذا كان السطح باردا ، فان الهواء الذى فوقه ســوف يبرد ، واذا كان السطح رطبا فان الهواء الذى فوقه يصير رطبا ، واذا كان السطح جافا فان الهواء يفقد الرطوبة • وتسمى الكتلة الكبيرة من الهواء التى تكتسب خواصها من السطح الذى أســفلها بالكتـــلة الهوائيـــة air mass وقد تغطى الكتلة الهوائية مئات الآلات من الأميال المربعة ويبلغ ارتفاعها عددا من الأميال ، ولـكن درجـــة الحرارة والرطوبة فى أى مســـتوى من مستوياتها تكون منتظمة الى حد كبير •

والمكان الذى تنشأ فيـــه الكتـــلة الهوائية يسمى منطقة المنبع . وهنالك منطقتا منبع عامتان: هما المناطق الاستوائية ، والمناطق القطبية المغطاة بالجليد ؛ ففى هذه المناطق تركد كتل ضخمة من الهواء فترات تكفى لاكتسابها صفات المناطق التى تركد فوقها • وبعد أن تبقى فترة من الزمن فوق المنطقة التى تتكون فيها ، فانها تأخذ فى التحرك فتتجه الكتل الباردة نحو خط الاستواء والكتل الحارة نحو القطبين •



قطاع عمودى فى جبهة ساخنة ومايصاحبها من الكتل الهوائية التى تناولناها بالوصف • والشخص الذى يشاهدها من بيتسبورج يكون أول من يعلم باقتراب الجبهة الساخنة كما يستدل عليه بالسحب العفائية المرتفعة التى تعقبها سحب أكثر انخفاضا وأخرى أشد انخفاضا كلما تحركت الموجة الجوية نحو الشرق ، وأخيرا تمر الجبهة وتصير بيتسبورج داخل كتلة هوائية ساخنة •

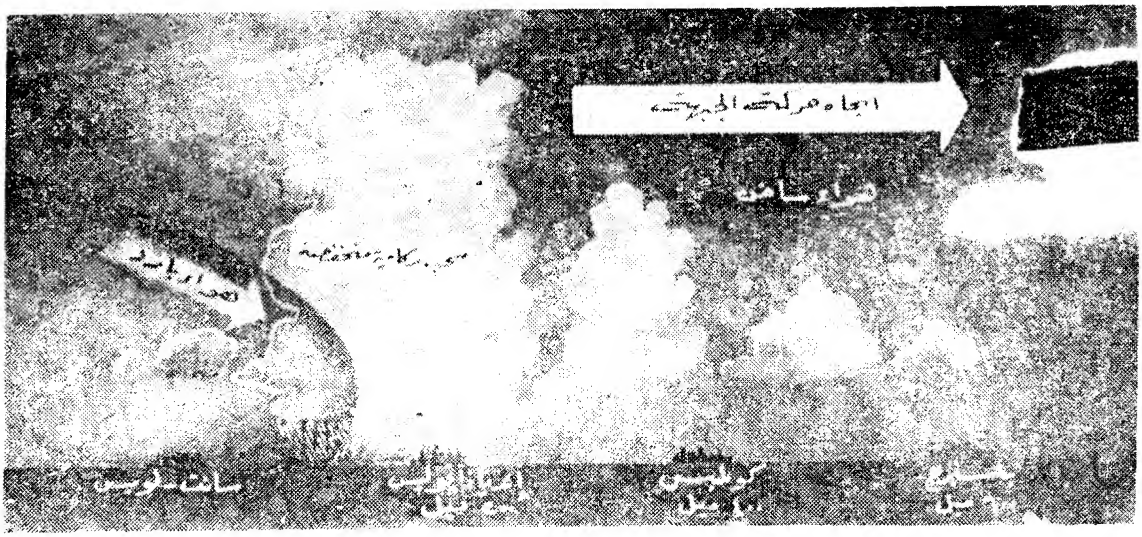
وتحتفظ الكتل الهوائية بطابعها الخاص وخواصها حتى عندما تتحرك بعيدا عن مناطق تكوينها الأصلية • ويدعى بعض الناس أنهم يجدون فيها ريح بعض الأشياء الغريبة التى توجد فى المناطق الاستوائية على بعد ألف ميل • ولا تكتسب الكتل الهوائية صفات المناطق الجديدة التى تهب عليها الا ببطء وبصورة تدريجية •

وقد أمكن تحليل الكتل الهوائية باستخدام الراديو سوند والرادار والطائرات الاستطلاعية ، مما وصفناه من قبل ، وبانشاء محطات أرصاد جوية على كثير من مناطق الأرض ، حتى فوق المناطق القطبية الشمالية المتجمدة • وبذلك اتسعت آفاق علماء الأرصاد عموديا وأفقيا •

الجبهات : اذا نظرنا الى الكتل الهوائية على أنها جيوش ، فان أرض المعركة تكون هى الولايات المتحدة وغيرها من المساحات الواقعة فى المناطق المعتدلة من العالم • ففى هذه المناطق تلتقى كتل الرياح الحارة والباردة وفى هذه المناطق تتحرك كتلة هوائية الى الأمام فوق الأرض وتدفع كتلة أخرى نحو الوراء ، وهنا تتكون الجبهات ، وهى كلمة استعارها رجال الأرصاد الجوية من المصطلحات الحربية ، وتمتد مئات الأميال ، بل أحيانا آلاف الأميال • وتحدد مناطق الصدام بين الكتل الهوائية المتعارضه . وأينما تكن فى الولايات المتحدة ، فانك تكون فى منطقة تشغلها كتلة هوائية ساخنة أو باردة ، ولكن فرصة استمرار الأحوال الجوية السائدة فى مكان ما لن تستمر طويلا — فبعد قليل سوف يهجم جيش معارض من الهواء معلنا عن مقدمه بالسحب والرعد والبرق وغير ذلك من المميزات الخاصة •

وعندما تمر الجبهة ، تجد نفسك مرة أخرى فى أرض محتلة ، تحتلها الكتلة الهوائية المنتصرة الجديدة. وفى حرارة المعركة يحدث بعض الامتزاج بين الكتلتين المتقابلتين • وبذلك فان الخطوط الأمامية التى ربما كانت فى أول الأمر مستقيمة قد تتخذ صورة متموجة فيتقدم الجزء البارد فى منطقة • ويتقدم الجزء الحار فى منطقة أخرى ، ولكن أهم مايلفت النظر فى أثناء المعركة هو أن كل كتلة هوائية تحتفظ بخواصها الى حد كبير ، فيكون لها درجة حرارتها الخاصة ورطوبتها الخاصة •

والشكلان الموضحان فى هذه الصفحة والصفحة المقابلة يصوران بعض الأحداث التى تقع على طول جبهة حارة وأخرى باردة على التوالى



الجبهات الباردة أشد حدة من الجبهات الحارة وأكثر منها سرعة وسحبها الطبقية المنخفضة التى تميزها تظهر فجاة ويتغير الجو فجأة عندما تصل الجبهة الباردة ·

ويوضح كل منهما قطاعا فى الهواء يبلغ ٦٠ ميلا ، من سانت لويس الى يتسبورج ويمتد فى الهواء مسافة تتراوح بين خمسة وستة أميال ·

فلنحاول أن نفحص الجبهة الحارة أولا · ان الهواء الحار يتحرك دافعا أمامه الهواء البارد · ولما كان الهواء الحار أخف من البارد ، فانه يعلو فوق كتلة الهواء البارد · وتستطيع أن تتصور الحد الفاصل بينهما على صورة تل لا يكون من الحدة كما تصوره الصورة ، بل يكون منحدرا ينتقل فوقه الهواء الساخن · وعندما يتحرك الهواء الساخن الى أعلى فانه يبرد ، ويتكاثف مابه من بخار الماء فيكون سحبا وأمطارا · ويمكن فهم الشكل التخطيطى الذى على صفحة ٢٢٨ ، بصورة أفضل اذا تذكرنا أن هنالك نوعين من الحركة :

١ ــ فالهواء الساخن يتحرك الى أعلى المنحدر ·

٢ ــ والصورة كلها تنزلق نحو الشرق فوق الخريطة ·

ثم تصور بعد ذلك شخصا يرقب الجو فى يتسبورج ؛ ففى خلال الفترة التى تتراوح بين أربع وعشرين ساعة وثمان وأربعين ساعة تالية ، قد يتوقع هذا الشخص أن تنحدر الصورة الجوية نحوه ؛ اذ أن الجو الذى يسود سانت لويس اليوم هو جو يتسبورج غدا · انه فى هذه اللحظة يشاهد سحبا عفائية · ولما كان هذا الشخص عليما بأحوال الجو فانه يعلم أن هذا نذير بمقدم جبهة حارة وما يصاحبها من أحوال جوية · وكلما مرت الساعات تحل مكان السحب التى تتحرك شرقا سحب أخرى طبقية أكثر انخفاضا من السابقة ، وعندما تمر فوق السحب الطبقية الثقيلة ، يهطل المطر متصلا · وأخيرا فان الجبهة التى كانت فى بادىء الأمر بالقرب من سانت لويس تمر ببيتسبورج · وتحل فوق المدينة حاليا كتلة هوائية جديدة ، وتكون درجة الحرارة فيها أكثر ارتفاعا ، ودرجة الرطوبة أعلى مما هى عليه الآن ، ثم تصفو السماء رويدا ، ويحتل جيش الهواء الساخن المدينة ·

والشكل التخطيطى الذى فى أعلى هذه الصفحة يوضح نفس المنطقة السابقة وقد غطتها جبهة باردة · وفى هذه المرة يكون الهواء البارد هو الذى يتقدم نحو يتسبورج · وتختلف الجبهة الباردة عن الجبهة الحارة من عدة وجوه ؛ فانحدار التل أو الجبهة يكون أكثر حدة ، والجبهة تتحرك بسرعة أكثر · وتكون الظواهر الجوية فى الجبهة الباردة أكثر قوة ، وأشد عنفا ومفاجأة · والهواء الساخن يرتفع فوق الهواء البارد المتقدم مكونا نوعا من السحب المتراكمة التى تشبه الأبراج ، أو مايسمى بالسحب الرعدية · وتظهر العواصف الرعدية على طول هذه الجبهة (انظر صفحة ٢٣٤).

والشخص الذى يلاحظ الجو من يتسبورج

لن يتلقى من السحب نذرا سابقة كثيرة كما هى الحال مع الجبهة الحارة · فالسحب الركامية العالية تظهر على الأفق فى اتجاه كولمبس · وكلما تقدمت الجبهة ، هطلت الأمطار بقوة متزايدة · وعندما تمر الجبهة تصفو السماء غالبا بسرعة غير قليلة ، وتنخفض درجات الحرارة والرطوبة ، وبذلك يحل فوق يتسبورج كتلة باردة ·

ومن الواضح أن تحليل الكتل والجبهات الهوائية ، الذى لم يظهر الا حديثا ، يعد من الأمور الأساسية لفهم الجو ·

المرتفعات والمنخفضات

كثيرا ماتعطى نشرات الجو اليومية التى تذاع بوساطة الراديو والتليفزيون ، والخرائط الجوية التى تطبعها الصحف ، أهمية كبيرة للمرتفعات والمنخفضات التى تظهر عبر البلاد · فما معنى هذه المصطلحات ؟

المرتفع هو البقعة ذات الضغط المرتفع ، والمنخفض هو البقعة ذات الضغط المنخفض ولقد ذكرنا فى وصفنا للآلات الجوية أن البارومتر له أهمية فى دراسة الجو ، على أساس أن الضغط يعطى فكرة عن درجة الحرارة والمحتوى المائى للهواء ، وأنه يعمل كاحدى القوى التى توجه حركة الهواء ·

ونستطيع أن نقول بوجه عام أن المنطقة ذات الضغط المرتفع تتميز بجو صاف جاف ، بينما تتميز المنطقة ذات الضغط المنخفض بتغيرات جوية ، معظمها سيىء ·

ويسمى علماء الأرصاد المناطق المنخفضة الضغط بالمنخفضات Cyclones وينبغى ألا تخلط بين المنخفضات والعواصف التى سوف نصفها فيما بعد · وقد يغطى المنخفض مساحة تبلغ أقطارها مئات الأميال أو الآلاف · وفى المنخفض يكون أقل ضغط للهواء عند المركز ، ويزداد الضغط كلما بعدنا عن المركز · وتهب الرياح حول المنخفض فى اتجاه عكس عقارب الساعة (فى نصف الكرة الشمالى) متجهة نحو المركز ·

أما المناطق ذات الضغط المرتفع ، والتى تسمى بالمرتفعات Anticyclones فتكون الأحوال فيها على عكس ذلك ، فأعلى الضغوط تكون عند المركز ، وتهب الرياح فى اتجاه عقارب الساعة وتتجه بعيدا عن المركز

والمنخفضات التى تبدأ من الشمال الشرقى والجنوب الغربى والجنوب الشرقى تتحرك شرقا عبر القارة مع بقية الصورة الجوية ، وغالبا ماتختم رحلتها فى منطقة نيوانجلاند وتتحرك المنخفضات بمعدل ٥٠٠ ميل فى اليوم صيفا ، ٧٠٠ ميل فى اليوم شتاء ·

وقد علل منشأ المنخفضات فى المناطق المنخفضة حديثا بأنه يرجع الى نوع من التفاعل فى الجبهة بين الكتل الهوائية الساخنة والكتل الهوائية الباردة · فالمنخفضات تظهر فى تلك المناطق على طول الجبهة حيث يحدث التواء أو انثناء فى الموجة ، كما سوف نرى فيما بعد عندما ندرس الخرائط الجوية ·

ولما كانت المنخفضات معروفة بجوها العاصف ، فانها تستلفت أنظار الجماهير ، فى حين تهمل المرتفعات · والمرتفعات تحمل معها غالبا الجو المعتدل · ومن أسباب ذلك أن هواء المرتفعات يكون بسبب ثقله ، دائما فى هبوط ، ومعنى ذلك أنه يسخن · ولما كان الهواء الدافىء يستطيع أن يحمل قدرا من الرطوبة أكثر مما يحمله الهواء البارد (دون أن يظهر) ، فان هذا يجعل الهواء فى المرتفعات جافا وصافيا · والمرتفعات تكون أيضا مصاحبة للكتل الهوائية الثقيلة الباردة القارية التى تنشأ فى المناطق القطبية · وهذه المرتفعات تسبب موجات البرد العنيفة فى الولايات المتحدة · وقد تسوء الأحوال الجوية عند الجبهات الباردة لهذه المناطق ذات الضغط المرتفع ، ولكن

بل .. أن يجيىء عندما تحل الكتل الهوائية [illegible] الضـــغط · والمرتفعات كالمنخفضات ، تتحرك شرقا عبر القارة ·

الأعاصير

ان المنخفض الذى ينشأ فى احـدى المناطق الاستوائية قد يتحول الى اعصار كامل ، وهـــو أخطر أنواع العواصف وأشدها تدميرا ، والاعصار كابن عمومته الأقل ضررا وهـو المنخفض ، يعد منطقة منخفضة الضغط ، ولكن ضغطه يكون أشد انخفاضا · وتتحرك الرياح فيه حركة حلزونية عكس عقارب الساعة منحهة نحو المركز فى نصف الكرة الشمالى ، وبسرعة مذهلة تزيد فى كثير من الأحيان على ١٠٠ ميل فى الساعة ، وتهطل الأمطار غزيرة · والمساحة التى يغطيها الاعصار أصغر من تلك التى يغطيها المنخفض المعتاد ؛ اذ يتراوح قطرها بين ٢٠٠ و ٤٠٠ ميل ، ويبلغ قطر المساحة التى يغطيها المنخفض المعتاد نحو ١٠٠٠ ميل · وفضـــلا عن ذلك فان الأعاصـــير تمتاز بالهدوء والصفاء ، ووجود « عين » مركزية يبـــلغ قطرها ١٥ ميلا ·

ويرجع الفعل المدمر لمعظم الأعاصير أساسيا الى ماتثيره هـــذه العواصف الاستوائية من موج يشبه الجبال ، فيؤدى الى عرق السمن وتحطمها ، والى ارتفاع البحار حتى تغمر المناطق الساحلية المنخفضة ، وتغرق المدن الصغيرة والكبيره ·

وتنشأ جميـــع الأعاصير الاستوائية بالقرب من خط الاســـتواء ، فهى تتكون فوق جميـــع المحيطات الاســـتوائية ماعدا الأطلسى الجنوبى · وتعرف هـذه العواصف فى الشـمال الغربى من المحيـــط الهـادى بالتـــيفونات Typhoons وفى خليج البنغال وشـــمال المحيـــط الهندى بالسـيكلونات Cyclones وفى جنوب المحيـط الهادى والشـــمال الشرقى من المحيـــط الهادى وجنوب المحيط الهندى وشـــمال المحيط الأطلسى (بما فى ذلك خليج المكسيك والبحر الكاريبى) بالأعاصير Hurricanes · وفى استراليا بالويلى ويلى Willy-Willies وفى الصـين بالباجيوز Baguios . وكلمة هاريكين hurricane كلمـــة هنـــدية معنـاها لدى البعض الرياح الكبـــيرة ويعتبرها البعض الآخر مشتقة من اسم اله الجـو العاصف ·

وتتراوح مساحة الرياح المدمرة عند هبوب الاعصار بين ٢٥ ميلا و ٥٠٠ ميل · وعندما تنشأ العاصفة وتتحرك نحو الأمام ، فقد تقطع مسافة يبلغ طولها ١٠٠٠ ميل من مكان نشأتها فى البحر الكاريبى أو المنطقة الاستوائية من المحيط الأطلسى حتى تهب على القارة أو على شـــمال المحيـــط الأطلسى ·

وبينما تهب رياح الأعاصير بسرعة كبـيرة حول المركز ، فان العاصفة كلها قد تتحرك نحو الأمام ببطء كبير ، بل انها تبقى فى بعض الأحيان ســـاكنة لمدة وجيزة · وفى المناطق الاستوائية يبلغ متوسط سرعة العاصفة كلها نحو ١٥ ميلا فى الساعة ، وكلما تحركت بعيـــدا عن المناطق الاستوائية ازدادت سرعتها حتى لقد تصل لى ٥٠ ميلا فى الساعة ·

قوة الأعاصير : لقد قدرت قوة الاعصار بما يعادل عدة آلاف من القنابل الذرية فى الثانية ! فكيف يكتسب الاعصـــار كل هـــذه القـوة ؟ ان الاجابة عن هذا السؤال تنحصر فى ثلاثة عوامل جوية رئيسية تناولناها من قبل فى هذا الفصل وهى الحراره والماء والهواء ·

فالحرارة التى تصدر عن الشمس ، يوما بعد يوم ، فتسخن المـــاه الاستوائية وما فوقها من الهواء ، هى المصـــدر الرئيسى لهذه القـــوة · ان مايترتب عليها من بخر الميـــاه من المحيطات فى الجـــو يعد عملية اقتناص وادخار لجانب كبـير من هـــذه الحرارة فتحول الماء الى بخار ينطلب قدرا كبيرا من الحرارة · وهذه الطاقة لا تفقد ، ولكنها

يحملها بخار الماء فى صورة كامنة أو صورة غير ظاهرة . وعندما يتكثف بخار الماء الى سحب فان هذه الطاقة تنطلق على هيئة حرارة مرة أخرى .

والحرارة الكثيرة التى تنطلق هى التى تحرك تلك الرياح الوحشية أو الأعاصير . وعلى ذلك فاننا نستطيع أن ننظر الى الأعاصير على أنها آلة حرارية عظمى ، وقودها الحرارة الكامنة التى تنطلق عند تكثف بخار الماء الذى بالهواء . وهى تخرج طاقتها على صورة رياح عاصفة . وتكون الأحوال فى منطقة الحزام الاستوائى Doldrum التى تتسلط الشمس الشديدة فيها على المحيط التى يكون الهواء ساكنا ، بحيث تؤدى الى ظهور الأعاصير . أما القصة الكاملة لنشأة الأعاصير تحت هذه الظروف فغير معروفة ، وقد قدم علماء الأرصاد عددا من النظريات المختلفة لتفسير هذه الظاهرة العنيفة .

التحذير من الأعاصير : من أهم وظائف مكتب الأرصاد بالولايات المتحدة التحذير من الأعاصير . وقد بدأت هذه الخدمة فى عام ١٩٣٥ . وفى السنوات الحديثة حدثت تحسينات ملحوظة فى تتبع حركة الأعاصير والتنبؤ بها نتيجة لاستخدام ملاحظات الرادار فى المحطات الشاطئية واستخدام البالونات الكشافة لاعطاء مزيد من التقارير ، واستخدام البيانات الوافية التى يمكن الحصول عليها من الراديو سوند على ارتفاعات تصل الى ٤٠٫٠٠٠ قدم فوق سطح الأرض .

وفى عام ١٩٥٦ طلب المكتب الجوى ٣١ مجموعة جديدة من مجموعات الرادار لكى تشترك فى تكوين شبكة تحذيرات تغطى جميع الولايات المتحدة ، للتمكن من الاكتشاف والتتبع لا للأعاصير وحدها ، بل للعواصف وغيرها من الزوابع الشديدة أيضا . والاشارات التى يرسلها الرادار تصطدم بقطرات المطر وتنعكس الى هذه المجموعات حيث تتحول الكترونيا الى الصورة التى تشاهد على شاشة الرادار . وبانتشار خدمات التحذير ، يمكن تجنب كثير من الخسارة التى تحدث أثناء العواصف العنيفة للأرواح والممتلكات.

الزوابع Tornadoes

الزوبعة عاصفة محلية عنيفة تدور فيها الرياح بسرعة فائقة . وكثيرا مايخلط بين الزوابع والمنخفضات أو السيكلونات ، ولكن السيكلون ــ كما رأينا من قبل ــ منطقة عريضة ذات ضغط منخفض ، فى حين أن الزوابع عواصف ثائرة . والزوابع أقل بكثير فى مساحتها من الأعاصير ؛ اذ يبلغ متوسط أقطارها نحو ١٢٠٠ قدم أو ١/٥ ميل . ومتوسط المسافة التى تقطعها الزوبعة نحو ١٦ ميلا .

وتعرف الزوبعة بأنها سحابة دائرة قمعية الشكل تمتد من قاعدة سحابة ثلجية نحو الأرض وتكتسب لونا يختلف من الرمادى الى الأسود بسبب ماتجتذبه وتثيره من التراب والبقايا العضوية . وتشترك جميع الزوابع فى صفة مشتركة ألا وهى الرياح التى تدور بسرعة كبيرة وتجعلها تدور كما تدور النحلة . وعندما تقترب الزوبعة فانه يسمع لها دوى كأزيز مئات الطائرات.

وكانت أكثر الولايات تعرضا للزوابع ، كما تدل على ذلك الاحصائيات الخاصة بعدد الزوابع فى الفترة بين ١٩١٦ ، ١٩٥٤ كانزاس وأيوا وتكساس وأوكلاهوما وآركانسس . ويرجع ماتحدثه الزوابع من التدمير فيما ترجع اليه الى رياحها العنيفة ، التى تقدر سرعتها بما يزيد على خمسمائة ميل فى اليوم . ولم يمكن حتى الآن تقدير أقصى سرعة للرياح الداخلية فى الزوابع بطريقة مباشرة . ويرجع ذلك الى أن جهاز تقدير سرعة الرياح لا يستطيع حتى الآن أن يصمد أمام هذا الاختبار . وتحمل الزوابع الهشيم وتدفعه بقوتها العنيفة فى أعمدة التليفونات .

كما ترجع القوة المدمرة لهذه الزوابع أيضا الى الضغط شديد الانخفاض داخل عمودها الدوار، مما يجعله يسلك كما لو كان مكنسة كهربية كبرى مدلاة من السماء ، تطوى بداخلها الأشجار والمنازل والسيارات والحيوانات والناس ! فقد يصل هذا الضغط الى نحو ٢٥ر٥ بوصة (بينما الضغط العادى حوالى ٣٠ بوصة) • وانخفاض الضغط بصورة فجائية خارج المبانى قد يسبب انفجارها بسبب ما بداخلها من الضغط المعتاد •

وتتحرك الزوابع فى ممرات غير منتظمة بسرعة يبلغ متوسطها ٤٠ ميلا فى الساعة ، ومعظمها يتحرك من الجنوب الغربى الى الشمال الشرقى • ومع ذلك فمن المعروف أنها قد تأتى من أى اتجاه حتى انها فى بعض الأحيان تتوقف حركتها الأمامية ، وتستدير متحركة فى ممر دائرى •

ولا نعرف على وجه الدقة كيف تنشأ الزوابع، ولكننا نعرف بعض ظروفها الملابسة • فكثيرا مايتحرك الهواء البارد ، بسبب ثقله النسبى ، تحت الهواء الدافىء كما رأينا عند دراسة الجبهات ومع ذلك فانه تحت ظروف خاصة ، قد تعلو طبقة من الهواء الجاف البارد فوق كتلة من الهواء الرطب الحار • ويشق الهواء الدافىء طريقه بعنف خلال القمة الباردة بطريقة حلزونية تشبه حركة البريمة • وبذلك يمتزج الهواء البارد مع الهواء الدافىء ، يساعدها على ذلك الرياح القوية الموجودة فى الطبقات العليا • وبذلك تنشأ دوامة حول مركز ذى ضغط منخفض ، وتتكون الزوبعة.

وليس من الممكن التنبؤ على وجه الدقة بالنقطة التى سوف تنشأ الزوبعة فيها ، ولكن الرادار يفيد فى تحديد المناطق التى يحتمل أن تظهر بها الزوابع • ويعد مايقدمه الرادار فى هذا الصدد أساسا للتنبؤات الخاصة بهذه الزوابع ، وهى التنبؤات التى تنشر للمختصين وللجمهور لترقب هذه الزوابع واتخاذ الاحتياطات اللازمة • وليست التحذيرات من الزوابع فى واقع الأمر الا اعلانا عن الزوابع التى تكون قد بدأت فعلا !

وعندما تمر الزوبعة فوق مسطح مائى ، فقد يتكون مايشبه النافورة المائية • ويتكون الجزء الأسفل من السحابة القمعية من الرذاذ ، بدلا من التراب والبقايا العضوية فى حالة الزوابع الأرضية • والواقع أن كمية الماء التى تكون فى هذه النافورات تكون ضئيلة جدا • ويكون معظمه على صورة رذاذ ، وقد توجد بضع أقدام من الماء عند القاعدة •

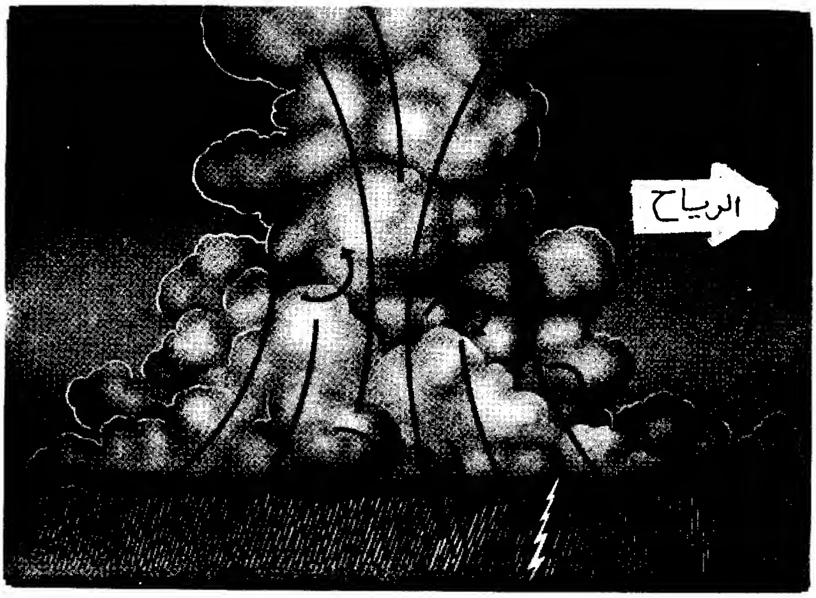
العواصف الرعدية

تعد العواصف الرعدية « معامل جوية » فالطيارون الذين يطيرون فيها يتوقعون مشاهدة كثير من المنتجات الجوية، ومن بينها البرق والرعد، والتيارات العالية والمنخفضة ، والأمطار الغزيرة ، والثلج ، والبرد ، وتراكم الجليد على أجنحة الطائرة • ومن الواضح أن هذه العواصف الرعدية تشكل بالنسبة للطيارين مظهرا عنيفا قاسيا من مظاهر النشاط الجوى •

وتبدأ العواصف الرعدية بارتفاع الهواء الدافىء الرطب الى مستويات أعلى وأكثر برودة ، حيث يتكاثف مابه من بخار الماء مكونا سحبا رعدية بالغة الارتفاع تسمى السحب الركامية العالية •

وسوف نحاول أن ندرس ثلاث طرق يمكن أن تتكون بها هذه العواصف • فمن الممكن أولا أن يحدث هذا الارتفاع فى الهواء ، كما رأينا فى صفحة ٢٢٩ ، عندما تزج جبهة باردة متقدمة بنفسها تحت كتلة دافئة رطبة من الهواء • وقد يتكون خط متصل من العواصف الرعدية على طول الجبهة ويسمى بخط العواصف •

وقد يرجع السبب الثانى لنشأة هذه العواصف الرعدية الى التضاريس الأرضية • فالهواء الرطب الذى يهب على سفوح التلال



السحب الطبقية المنخفضة أو رؤوس العواصف تتميز بعنفها · ان الهواء المرتفع بسبب تيارات داخل كتلة السحب ذاتها ، كما توجد تيارات عنيفة أيضا فى أسفلها ·

والجبال يساعد على تكوين سحب ركامية عادية وبالغة الارتفاع قد تنخفض درجة حرارة قممها انخفاضا كبيرا عند المستويات المرتفعة ·

وهنالك ثالثا أن السخونة المحلية للأرض وما يلامسها من الهواء الرطب فى يوم دافىء مشمس تساعد على تكوين هذه العواصف صيفا · والوصف الذى سوف نقدمه للعواصف الرعدية ينطبق بصورة خاصة على هذا النوع الثالث ، برغم أنه ينطبق أيضا بصورة عامة على النوعين الآخرين من العواصف الرعدية ·

وتبدأ كل عاصفة رعدية على هيئة سحابة ركامية ، برغم أن عددا قليلا من السحب الركامية هو الذى يتحول الى عواصف رعدية · وارتفاع الهواء الرطب ، الناتج عن السخونة من أسفل ، هو الذى يؤدى الى تكوين السحب العالية عندما يتكثف بخار الماء ، وغالبا مانشعر بالهواء الدافىء يتدفق فى اتجاه العاصفة قبل أن تبدأ العاصفة ·

وفى أثناء تكون العاصفة يتكاثف مزيد من بخار الماء ، ويزداد عدد قطرات الماء والبللورات الثلجية كما تزداد أحجامها · وعندما يصل حجم القطرات أو جزيئات الثلج بحيث لا يمكن أن يحملها تيار الهواء الى اعلى ، فانها تأخذ فى السقوط من السحابة · وتنخفض درجة الحرارة بصورة مفاجئة عندما تهب الرياح الباردة العاصفة من السحابة الرعدية ·

ومرحلة النضج التى تستغرق فترة تتراوح بين ١٥ و ٣٠ دقيقة تتميز بارتفاع التيارات وهبوطها · وفى المرحلة النهائية تنتشر التيارات الهابطة حتى تصير جميع التيارات هابطة · مما يؤدى الى نقص عملية التكثف ، ونقص فى الترسيب ، وأخيرا تنتهى العاصفة ·

البرق والرعد : عندما أرسل بنيامين فرانكلين طيارة تسبح فى عاصفة رعدية ، فقد أوضح لأول مرة أن البرق كان كهرباء · فالشحنة التى سرت الى أسفل خيط الطائرة فى هذه التجربة الخطيرة سلكت مسلك الكهرباء التى يصنعها الانسان · وسوف نعالج هذا النوع الخاص الذى يسمى الكهربية الاستاتيكية ، فى (فصل ٢١ أ) · ويكفى الآن أن نسترجع بعض خبراتنا العامة حول الكهربية الاستاتيكية · فعندما نحك أقدامنا على سجادة ونلمس جسما معدنيا ، مثل أكرة الباب ، فان شرارة تقفز من اصبعنا الى هذا الجسم المعدنى · انها شرارة كهربية ، وهى برغم صغرها ذات قوة تكفى لكى تجعلنا نحس بها · وعندما نمشط شعرنا ، فاننا نسمع صوت قرقعة بسبب تكون الشرارات الكهربية · وعندما نقطع قطعة من ورق اللصق فى الظلام ، فاننا نستطيع أن نشاهد شرارات كهربية · وفى كل حالة من هذه الحالات تتكون شحنة من الكهرباء على السطح بالحك أو التمزيق ثم يحدث تفريغ كهربى على هيئة شرارة تقفز فى الهواء ·

وانتاج شحنات كهربية عالية فى العواصف

الرعدية ، عمليـــة معقدة لا نفهمها كل الفهم . فيظن أن قطرات الماء فى السحب الركامية تنفصل بعضها عن بعض باستمرار نتيجة للاحتكاك بالهواء. وينتج عن ذلك أن تشـحن القطرات بالكهربا . والواقع أن السحابة الرعدية تستطيع أن تجمع من الكهرباء مايستحق التفريغ . ونشاهد ذلك عندما يومض البرق . وقد يحدث هذا التفريغ داخل السحابة أو بين سـحابة وأخرى أو بـين السحابة والأرض .

وعنـدما يحـدث البرق فى الهـواء ، فانه يسخنه ويسبب تمدده فجأة . وينشأ عن ذلك موجة هوائية تطرق آذاننا على هيئة الرعد . فلماذا نسمع الرعد بعد أن نرى البرق ؟ ان الضوء ينتقل بسرعة كبيرة ، تبلغ ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، بحيث نرى البرق فى نفس اللحظة التى يحدث فيها تقريبا ، أما الصوت فانه ينتقل بطيئا نسبيا، فهو يتحرك بمعدل ميل فى كل خمس ثوان . ومن الممكن أن تقدر المسافة بينك وبين مصدر البرق اذا قمت بعـد الثوانى التى تنقضى بين رؤية البرق وسماع صوت الرعد . فاذا قسمت هذا العدد على خمسة فانك تحصل على الاجابة مقدرة بالأميال . فاذا عددت سبع ثوان مثلا بين البرق ودوى الرعد ، فان المســافة تكـون ١ ٢/٥ ميلا .

ويصبـح احتمال تعرض الانسان لاصطدام البرق به ضئيلا اذا راعى الانسان مايأتى :

* عندما تكون بالمنزل حاول أن تبقى بعيدا عن المدخنة ، لأنها أعلى جزء فى المنزل ، وهى أكثر الأجزاء احتمالا للتفريغ الكهربى . وبخلاف الفكرة الشائعة ، فان الاقتراب من النافذة ، سواء أكانت مفتوحة أم مغلقة ، فيه أمان كما فى أى مكان آخر.

* ان المبنى المصنوع من الصلب والخرسانة يعد فى الواقع حصينا ضد البرق ، لأن الكهربا تسير فى الصلب الى أسفل حتى تصل الى الأرض . ومبنى الامبايرستيت بمدينة نيويورك قد حدث به مئات المرات من التفريغ الكهربى دون أن يصاب أى شخص بأذى .

* فى الخلاء ، تجنب الأماكن المرتفعة . واذا كان من الضرورى أن تقف تحت شـــجرة فتخير شجرة قصيرة ، على أن تكون هذه الشجرة من بين مجموعة من الأشجار بدلا من أن تكون شجرة عالية منعزلة . والكهوف والحفر تعد من الأماكن الآمنة نسبيا . ابتعد عن الأسوار التى من السلك !

* السيارة مكان بالغ الأمان .

ويضيف الدكتور جورج كمبل مؤلف الكتاب الطريف « جونا فى أمريكا » النصيحة التالية : « اذا كنت من النوع العصبى فهدىء من روعك بمعرفة الحقائق التالية : اذا سمعت الرعد ، فقد نجوت من البرق . اذا رأيت البرق ، فقد أخطأك . واذا أصابك البرق ، فلن يفيدك كثيرا أن تقلق بسببه » .

وما يســـمى البرق « العريض » أو البرق « الحار » يتألف ببســـاطة من شرارات آتية من سحب برقية بعيدة . ويظهر البرق العريض عندما يحـدث التفريغ بين ســـحابة وأخرى . وتكون الشرارات مختفية ، ولا يظهر سوى منطقة كبـيرة مضيئة . أما البرق الحار فهو برق معتاد يحدث على مسافة بعيدة بحيث لا يسمع رعده .

الخريطة الجوية

مع تزايد الاهتمام بالأحوال الجوية، يستخدم عدد كبير من الصحف والاذاعات الخريطة الجـوية كوســـيلة لتصوير حالة الجو . ويوجـــد فى صفحة ٢٣٧ خريطة كتلك التى تنشرها الصحف فى الولايات المتحـــدة لبيان الأحـوال الجوية فى ساعة محددة متفق عليها وذلك فى اليوم السادس من أكتوبر عام ١٩٥٦ .

وقبل اختراع التلغراف لم يكن عمل هـــذه الخرائط ممكنا ، لأنها تقـوم على التقارير التى

تعمل فى نفس الوقت فى جميع أنحاء البلاد . والواقع أن التلغراف لعب دورا هاما فى النشأة الأولى للخدمة الجوية ؛ فبعد أن مدت أول الخطوط التلغرافية فى الولايات المتحدة عام ١٨٤٤ ، كان عمال التلغراف ، عند افتتاح خطوطهم فى الصباح، يرسلون رسائل يصفون فيها الجو فى آماكنهم المختلفة من الاقليم . وقد أظهر هذا العمل أنه من الممكن جمع تقارير عن العواصف الناشئة وتحذير الأهالى من مقدمها . وفى عام ١٨٧٠ أقر الكونجرس الأمريكى انشاء مصلحة أهلية للأرصاد الجوية لكى تذيع التحذيرات الخاصة بالعواصف ، ولكى تسجل حالة الطقس . وبمضى الزمن ، قدم مكتب الأرصاد ، كما سمى منذ سنة ١٨٩٠ ، خدماته لكى تتضمن التحذيرات بالفيضان ، ولكى يمد الفلاحين ، وزارعى الفواكه والبساتين والمهتمين بشئون الغابات ، بمختلف المعلومات الجوية . وعندما نشأ الطيران ، ازدادت الحاجة الى بيانات دقيقة عن حالة الجو ، وتحسنت الخدمات .

فكيف تصنع الخريطة الجوية ؟ ان الملاحظات الجوية عن درجة الحرارة وضغط الهواء والريح وغيرها من الأحوال السائدة فى ساعة معينة تسجل من أكثر من ٦٠٠ مكان مختلف فى الولايات المتحدة ، وترسل الى مركز التحليل فى واشنجطن العاصمة ، حيث ترسم خريطة جوية كاملة ، وهذه بدورها تنقل بوساطة آلة خاصة الى جميع مراكز التنبؤات الجوية بالاقليم ، بنفس الطريقة تقريبا التى ترسل بها الصور الى الصحف.

ولكى يتمكن من يقوم بالتنبؤات الجوية من اجراء تحليله ، ومن التنبؤ بالجو ، فانه يحتاج الى معلومات عن الأحوال الجوية على ارتفاع عدة أميال فوق سطح الأرض . وقد رأينا كيف أن الرادار ، والطائرات الاستطلاعية ، وأجهزة الراديو سوند التى تحملها البالونات ، تساعد على جمع البيانات الخاصة بالهواء فى الطبقات العليا من الجو .

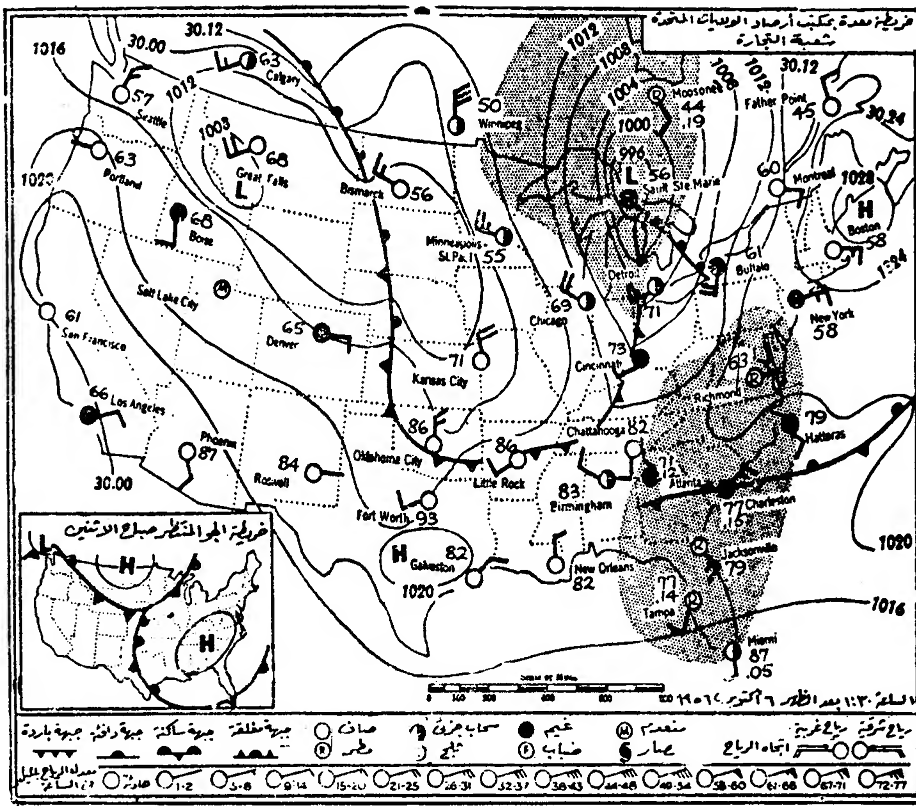
وليست الخريطة الموضحة هنا ، الا جزءا مبسطا من الخريطة التى يرسمها المكتب الجوى . فلنحاول أن نتفحصها لكى نرى ماتنبىء به .

الأحوال الجوية العامة : نلاحظ أن الخريطة تصف الأحوال الجوية السائدة فى الساعة الأولى والنصف مساء فى اليوم السادس من شهر أكتوبر عام ١٩٥٦ . وكل مدينة تدخل فى نطاق هذه الخريطة تمثلها دائرة تسمى دائرة المحطة . وبداخل الدوائر ، كما هو موضح فى مفتاح الخريطة ، توجد رموز تشير الى الأحوال الجوية العامة : صاف ، سحب قليلة ، ملبد بالغيوم ، مطر ثلج ، أو ضباب . وعلى ذلك فاننا نجد أن الجو يكون ملبدا بالغيوم فى بويز ، وبه قليل من السحب فى برمنجهام ، ومطير فى ريتشموند .

الريــاح : تمتد من دوائر المحطات قواعد أسهم توضح اتجاه الرياح . (أما رأس السهم الذى لم يرسم فانه يشير نحو دائرة المحطة) . والأسهم تطير مع الريح . وعلى ذلك فان الرياح فى بويز تأتى من الجنوب وتسمى رياحا جنوبية ، فى حين انه فى دنفر « تنبىء قاعدة السهم بأن الرياح شرقية . أما الريش ، أو العلامات التى على ذيل السهم ، فتشير الى قوة الريح التى تتراوح — كما هو موضح بالمفتاح — بين الهادئة و ٧٥ ميلا فى الساعة . وعلى ذلك فان سرعة الريح فى وينيبج تتراوح بين ٤٤ و ٤٨ ميلا فى الساعة ، وتتراوح سرعتها فى فينكس بين ٩ و ١٤ ميلا فى الساعة .

درجة الحرارة والترسيب : يشير الرقم القريب من دائرة المحطة الى درجة الحرارة والترسيب ، اذا كان هنالك ترسيب ، فى الست الساعات السابقة للساعة التى تمثلها الخريطة ، والتى هى ٣٠ : ١ مساء بالتوقيت الشرقى المتفق عليه . وعلى ذلك فان « تامبا » تكون درجة الحرارة فيها ٧٧ درجة فهرنهيت ويكون الترسيب فيها ١٤/١٠٠ من البوصة مطرا فى الست ساعات السابقة .

الضــغط : ان الخطوط الخفيفة المتصلة



هذه الخريطة التى أعدها مكتب الأرصاد الجوية بالولايات المتحدة تعطى صورة شاملة عن الجو فى جميع الولايات المتحدة . وقد ناقشناها تفصيليا .

التى ترى على الخريطة الجوية تمثل الضغط الجوى عبر الاقليم . وهذه الخطوط ـ وتسمى خطوط الضغط المتساوى ـ ترسم بمرور خط على النقط ذات الضغوط المتساوية . فاذا كان لدى القارىء حذاء سحرى يمكنه من أن يقطع أحد هذه الخطوط فى لمحة خاطفة ، فانه سوف يجد أن ضغط الهواء كان متجانسا على طول هذا الخط (عند مستوى سطح البحر) . فخط الضغط المتساوى الذى يرى فى جنوب كاليفورنيا يحمل فى نهايته الرقم ٣٠ر٠٠ ، وهذا يدل على ضغط الهواء مقدرا بالبوصات للزئبق . والرقم ١٠١٦ ، الذى يلاحظ عند الطرف الشرقى من هذا الخط ، بعد فلوريدا ، يمثل طريقة أخرى لقياس ضغط الهواء باستخدام الوحدات المللمترية أو المليبارات millibars .

ويوجد حول الخريطة عدد من النقط يرمز اليها بالأحرف H و L ، وهى تدل على مناطق الضغط المرتفع والمنخفض على التوالى . وتقع أشد المناطق انخفاضا فى صولت بسانت مارى . وخطوط الضغط المتساوى فى هذه المنطقة المنخفضة تهبط من ١٠١٢ الى ٩٩٦ مليمبار ، وهى تعادل ٢٩ر٨٩ الى ٢٩ر٤١ بوصة . وهنالك منطقة أخرى ذات ضغط منخفض ، وهى غير محددة بوضوح ، وتتركز فوق الجبال العظمى بمونتانا وتوجد مناطق الضغط المرتفع بالقرب من جالفستون وبوسطن .

وتستطيع أن تلاحظ أن الرياح حول المنخفض تهب فى اتجاه عكس عقارب الساعة بالنسبة للمركز . ولا تبين هذه الخريطة بوضوح ميل هذه الرياح العام للهبوب نحو المركز تقريبا . وتسلك الرياح حول المناطق ذات الضغط العالى على عكس ذلك تماما . فهى تهب فى اتجاه عقارب الساعة وبعيدا عن المركز .

الجبهات : ان موقع جبهات الكتل الهوائية على سطح الأرض تمثله خطوط ثقيلة تحمل علامات خاصة . فمن الممكن أن نجد جبهة باردة تبدأ عند نقطة غرب مدينة كانسس ، وتمتد جنوبا ثم شمالا حتى تصل الى صولت بسانت مارى . وهنا تبدأ جبهة حارة وتمتد الى مسافة قصيرة فى اتجاه جنوبى شرقى . وتدل أسهم الرياح على أن الكتلة الباردة من الهواء خلف الجبهة الباردة

تندفع جنوبا وشرقا بينما يندفع الهواء الذى خلف الجبهة الحارة شمالا وشرقا ٠

والوصلة التى على شكل رقم ٧ بين الجبهة الحارة والجبهة الباردة تمثل مرحلة معتادة فى المعركة بين الكتل الهوائية ٠ فالجبهات المتقدمة من الهواء البارد والهواء الحار تبدو كما لو كانت تدور حول نقطة ٠ ومن المألوف أن يظهر بالمنطقة ذات الضغط المنخفض هذا النوع من ترتيب الجبهات، وأن يسودها الجو العاصف الذى يصاحب المنخفضات فى غالبية الأحوال ٠

وفكرة أن مناطق الضغط المنخفض تنشأ نتيجة لنشاط الجبهات تسمى النظرية « الموجية » ويرجع ذلك الى ماتتخذه الجبهات من صورة متموجة٠وصاحب هذه النظرية اسمه Bjerknes جركنز وهو عالم أرصاد نرويجى ، وكان أول من تقدم بهذه النظرية فى سنة ١٩١٨ ٠ ويمكن للقارىء أن يرجع الى كتب الأرصاد الجوية التى تعالج هذه النظرية بالتفصيل ٠

التنبؤ بالجو

لقد رأينا فى هذا الفصل بعض الطرق التى يمكن استخدامها للتنبؤ بحالة الجو ٠ ونستطيع أن نقول بوجه عام ، أن رجل الأرصاد الجوية ينظر الى الوراء لكى يدرس اتجاهات الجو خلال الأيام والساعات الماضية ، ثم يحاول أن يكشف عن المستقبل والخرائط الجوية من العوامل المساعدة فى تلخيص هذه المعلومات ، ويمكن مقارنتها بخريطة المريض التى يدرسها الطبيب ٠

ومما يساعد مكتب الأرصاد على عمل التنبؤات معرفته أن الصورة الجوية التى توضحها الخريطة تتحرك شرقا عبر الاقليم ٠ بمعدل نحو ٥٠٠ ميل يوميا فى أثناء الصيف ، ٧٠٠ ميل يوميا فى أثناء الشتاء ٠ ومن ذلك يتضح لنا معنى أن جو شيكاجو اليوم هو جو نيويورك غدا.

ومما يساعد مكتب الأرصاد أيضا معرفته بالطرق الخاصة التى تسلكها مناطق الضغط المنخفض أو العواصف عندما تعبر الولايات المتحدة. فالمنخفضات التى تبدأ من الشمال الغربى والجنوب الغربى والشمال الشرقى تخترق الاقليم متجهة نحو نيو انجلاند ، وحاملة معها الأمطار والرذاذ والثلج وغيرها من الأحوال الملازمة لها ٠

وعلى العموم ، فان المتنبىء بحالة الجو يدرس خرائط الجو ويقرر أن يحدد مايأتى :

١ ــ حركة المنخفضات والمرتفعات ومايطرأ عليها من تغير ٠

٢ ــ حركة الجبهات وما يطرأ عليها من تغير ٠

٣ ــ التغيرات التى تحدث داخل الكتل الهوائية.

وعلى أساس هذه البيانات فانه يضع تنبؤاته ٠ ويكون صائبا فى معظم الأحوال بعكس ماهو شائع ٠

الجو الصناعى

من الأسئلة المحيرة فى علم الأرصاد الجوية « كيف يتكون المطر فى السحب ؟ » أو بعبارة أدق ، كيف تتحد القطرات الدقيقة التى تتكون منها احدى السحب معا لكى تكون قطرات المطر أو قشور الثلج ؟ » ٠ وبحثا وراء الاجابة عن هذا السؤال ، وجد اثنان من العلماء وهما فنسنت شيفر وايرفنج لانجموير فى أثناء عملهما بمعامل البحوث الخاصة بمؤسسة جنرال الكتريك ، أنهما يقفان حائرين أمام الحقيقة التى تتلخص فى أنه حتى فى حالة السحب التى تكون درجة الحرارة فيها منخفضة عن درجة التجمد ، فان بلورات الثلج لا تتكون غالبا ٠ فقررا أن يقوما باجراء تجارب على هذا النوع من السحب الذى يسمى « السحب فوق الباردة » ٠ فوجد شيفر ، أنه اذا تنفس فى غرفة تجميد منزلية ، فانه يستطيع أن يحدث سحابة ذات درجة حرارة منخفضة شبيهة

بتلك التى توجـــد فى الطبيعة • كما وجـد ، مسرورا ، انه اذا أسقط مادة شديدة البرودة مثل الثلج الجاف (ثانى أكســـيد الكربون المتجمد) داخـل غرفة التجميد ، فان السحابة البخارية تتحول الى ملايين من البلورات الثلجية اللامعة ، أو الى ثلج • كما وجـــد أن المواد الأخرى ، على شرط أن تكون درجة حرارة ٣٨ درجة فهرنهيت أو أبرد ، تحدث أيضـــا ترسب الثلج • وعندئذ ذهب شيفر فى احدى الطائرات عاليا وبذر ثلجا جافا فوق احـــدى السحب فلاحظ تكون كميات هائلة من الثلج الهابط •

وفى نفس الوقت تقريبا كان العالم برنارد فونجت يجرب وسيلة أخرى لتحويل السحب فوق الباردة الى ثلج • فوجد أن جزيئات يوديد الفضة تساعد على تكوين البلورات الثلجية فى السحب • ونتيجة لكل هـذه المكتشفات ، نظمت الحـكومة مشروعا لاختبـــار قيمة عمليـــات بذر السحب لتحويلها الى ثلج ومطر والعمل على تبديد الضباب وغير المرغوب فيه ، وتكونت كثـــير من الجمعيات الخاصة لبيع بذور السحب ، وبخاصة فى المناطق الجافة فى غرب الولايات المتحدة •

وبعد ذلك تألفت جمعيـــة استشارية لكى تتقـدم الى الرئيس والكونجرس بالرأى فيما اذا كان من الصالح أن تشرف الحـكومة المركزية على التجارب والعمليـــات والجهود الخاصـــة بزيادة الترسيب أو بعبارة أخرى محـــاولة التأثير فى الجو • وتدل النتائج الحديثة لهذا الفريق على أن هطول الأمطار يمـكن أن يزداد من ٩٪ الى ١٧٪ تحت ظروف خاصة • فالقاء يوديد الفضة على بعض أنواع السحب فى مناطق معينة على ساحل المحيط الهادىء ، يمـــكن أن يزيد الترسيب • ولا يزال مستقبل عمل الأمطار أو الثلج فى الأجزاء الأخرى من الاقليم غير واضح تمام الوضوح • ويرجـــع عدم الوضوح الى أنه لم يتم بعد اجراء التجارب الضابطة العديدة على نطاق واسع ومدى طويل من الزمن ، لاثبات مدى نجاح عملية بذر السحب • ولابد من مزيد من البحـوث عـلى تكون قطرات المطر •

ومن مناقشـــة الهـواء والجو تبرز مفاهيم أساسية خاصة ، منها :

* يعيش الانســـان فى قاع محيـــط من الهواء •

* يقع نصف الهواء الذى بالغلاف الجـوى فى الثلاثة الأميال والنصف القريبة من الأرض •

* يقسم العلمـــاء الغلاف الجوى الى أربع طبقات هى التروبوسفير والستراتوسفير والطبقة المتأينـة (الأيونوسـفير) والطبقـة الخارجيـــة (الاكسوسفير) •

* فى منطقة التروبوسفير ، تنخفض درجة الحرارة نحو ٣٫٥ درجات فهرنهيت كلما ارتفعنا ألف قدم (درجتين مئويتين كلما ارتفعنا حوالى ٣٠٠ متر) •

* تتجلى الظواهـر الجـــوية فى طبقـــة التروبوسفير •

* الهـواء خليط من الأزوت والأوكسـجين وبخار الماء وثانى أكسيد الكربون وغازات أخرى والتراب •

* الهواء ضرورى للحياة •

* التغيرات فى أحوال الهواء تحدد الجو •

* الشـمس والهواء والمـــاء تلعب أدوارا رئيسية فى مسرحية الجو •

* الشمس هى المصـــدر الرئيسى للطاقة اللازمة « للآلة » الجوية •

* التوزيع غير المتساوى لحرارة الشـمس على الأرض له تأثير بالغ فى الجو •

* يقوم الهواء بتوزيع الحرارة والماء حول الأرض .

* دورة الماء تتضمن دوران الماء من المحيطات والبحيرات الى الهواء ، ثم الى الأرض ، ثم عودته مرة أخرى الى المحيطات والبحيرات .

* لما كان الجو ظاهرة ذات ثلاثة أبعاد ، فان معرفة خواص الهواء عند مختلف المستويات تعد ضرورية لفهم الجو فهما كاملا .

* تتبع تحركات الرياح على وجه الأرض نظاما معينا .

* يؤثر فى جو العالم كتل كبيرة من الهواء البارد والدافىء .

* يتأثر الجو فى الولايات المتحدة بالتفاعل الذى يحدث بين كتل الهواء الباردة والدافئة .

* نحتاج الى مزيد من البحوث لمعرفة الى أى مدى يستطيع الانسان أن يسيطر على الجو .

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ اقطع احدى الخرائط الجوية لبلدك وأحد التقارير الجوية ، مما يمكنك الحصول عليه من احدى الصحف اليومية . حاول تفسيرها ببيان :
(أ) الأشياء المختلفة التى توضحها الخريطة عن الهواء .
(ب) كيف أمكن عمل التنبؤات من البيانات التى تقدمها الخريطة والتقرير .
(جـ) كيف تغيرت الأحوال الجوية التى على الخريطة منذ أمس .

٢ ـ لاحظ تكوينات السحب عدة أيام متتالية لكى تكتشف كيف تتغير السحب من وقت لآخر . حاول أن تعرف لماذا تتغير ، حاول أن تدرك علاقة هذه السحب بالجو ، تعرف على هذه السحب .

٣ ـ انظر من احدى النوافذ لكى ترى ماتستطيع أن تعرفه عن درجة الحرارة وحركة الهواء عن طريق الملاحظة. لاحظ الطيور والدخان والأشجار والناس وغير ذلك من الأشياء الأخرى التى يمكن أن تدلك على حالة الجو .

٤ ـ اشرح الأسباب التى تؤدى الى تكوين التيارات الهوائية المختلفة فى منزلك ـ فى المطبخ ، بالقرب من النوافذ المفتوحة ، بالقرب من مداخل الهواء ، وغير ذلك .

٥ ـ حاول أن تجد لعبة تعمل على أساس الضغط الجوى أو تيارات الهواء واشرح كيف تعمل .

٦ ـ ابحث عن أماكن فى بيئتك الداخلية حيث يتبخر الماء ويتكثف . اشرح الظروف المؤدية الى ذلك ، بين كيف أن هذه الظروف تشبه الظروف الخارجية التى تسبب الترسيب .

٧ ـ لاحظ أنواعا مختلفة من الترمومترات التى تستخدم فى بيئتك المنزلية . بين كيف تختلف بعضها عن بعض ووضح أوجه التشابه بينها .

٨ ـ احتفظ بسجل بيان دقة التنبؤات الجوية على مدى أسبوعين . لاحظ عناصر الاتجاه العلمى المذكورة فى الجزء الأول من هذا الكتاب . اكتب موجزا مبينا فيه ماتستخلصه .

٩ ـ قم بزيارة احدى المحطات الجوية لملاحظة الآلات المستخدمة والتقارير المحفوظة ، وحاول أن تعرف بقدر الامكان كيف تستخدم البيانات للتنبؤ بحالة الجو .

١٠ ـ تخير بعض الأمثال المتصلة بالجو وحاول أن تختبر مدى صحتها بالملاحظة. استخدم المقترحات المقدمة فى رقم ٨ عند قيامك بالملاحظة . اكتب موجزا موضحا فيه ماتستخلصه .



الفصل العاشر

تدريس "الهواء والجوّ"

هنالك كثير من التجارب والخبرات البسيطة التى سوف تعين التلاميذ على ادراك المفاهيم الأساسية فى « الهواء والجو » • وتحتوى كثير من المراجع على عدد كبير من التجارب السهلة بالاضافة الى تلك التى تناولناها بالوصف • ومن المهم بالنسبة للتلاميذ أن يفهموا أن الجو هو الحالة التى يكون عليها الغلاف الجوى ، وينبغى أن تكون الأشياء التى يدرسونها عن الهواء مرتبطة بدراسة كيف يسلك الهواء لكى يسبب الأحوال الجوية التى تمر بنا • وينبغى ألا تغيب هذه الصلة عن أذهاننا أو أذهان تلاميذنا كلما تقدمت الدراسة • ومن المهم أيضا أن يقوم التلاميذ دائما بملاحظة الجو وتغيراته كلما تقدموا فى دراسته داخل الفصل •

وهنالك عدد لا يحصى من التجارب التى يمكن أن يقوم بها التلاميذ لكى يفهموا البخر والتكثف وغير ذلكَ من الظواهر الجوية • وسوف تزداد قيمة هذه التجارب كثيرا اذا اتبعت المقترحات الخاصة باجراء التجارب ، والواردة فى الفصل الثالث • ويوضح المثال الخاص باستخدام البقعة المبلولة على السبورة لملاحظة أن حركة الهواء تساعد على البخر ، طريقة لمساعدة الأطفال على وضع خطة التجربة والاشتراك فى أدائها •

ومن الممكن أن تكون مشكلات الوحدة الخاصة بدراسة الجو بالنسبة لتلاميذ الصفوف الأولى كما يأتى : كيف يختفى الماء فى الهواء ثم يعود فيظهر مرة أخرى ؟ ماذا يسبب سقوط المطر والثلج ؟ ماالمساعدات التى يقدمها لنا مكتب الأرصاد ؟

أما فى الصفوف المتقدمة من المدرسة الابتدائية ، فان المجال يكون بطبيعة الحال أكثر اتساعا . ومن الممكن دراسة المشكلات الآتية :

كيف يقوم مكتب الأرصاد بالتنبؤات الجوية؟ ماذا يسبب التغيرات الجوية ؟ ماذا يسبب أنواع الترسيب المختلفة ؟

ونقترح فيما يلى بعض أنواع النشاط

المفيدة لتلاميذ الصفوف الأولى ، ولكنها لا تقتصر عليهم وحدهم بطبيعة الحال :

١ ـ صهر الثلج والجليد لملاحظة أنهما صور من الماء •

٢ ـ الاحتفاظ بخريطة جو أو ساعة جوية ، لملاحظة أن الجو يتغير كثيرا (انظر صفحة ٢٤٣ مثلا) •

٣ ـ اجراء تجارب بسيطة لاثبات أن الماء يتبخر فى الهواء وأنه يتكثف مرة أخرى •

٤ ـ ملاحظة السحب فى أوقات مختلفة لمشاهدة كيف تتغير (فى الحجم والشكل واللون والحركة) • ولمشاهدة أنواعها المختلفة •

٥ ـ عمل مراوح صغيرة تتحرك بالرياح واستخدامها لملاحظة كيف تتغير سرعة الرياح واتجاهها من يوم الى آخر •

٦ ـ الاحتفاظ بسجل لدرجات الحرارة فى فصول مختلفة من السنة لملاحظة أنها تتغير • وعمل مقياس حرارى به سائل أحمر لمعرفة طريقة قراءة الترمومتر (انظر صفحة ٢٤٣ الى ٢٤٤) •

٧ ـ الاستماع الى النشرة الجوية بالاذاعة أو مشاهدتها بالتليفزيون لمعرفة ماتتضمنه .

٨ ـ النظر من نافذة الفصل لمحاولة معرفة نوع الطقس فى هذا اليوم – دافىء ، بارد ، رطب ، رياح شديدة ، وسحب متكاثرة ، اشراق الشمس ••• الخ • ثم الخروج من الفصل لاختبار صحة هذه الملاحظات •

٩ ـ جمع صور توضح الأنواع المختلفة من الجو • بيان كيف يعدل الناس والحيوان من سلوكهم عندما يتغير الجو •

١٠ ـ الخروج بعد انتهاء عاصفة لملاحظة مافعلته الرياح والمياه ، ومشاهدة مايحدث للماء •

١١ ـ وضع اناء من الآنية التى يصنع بها الشاى والقهوة فى الخلاء فى أثناء سقوط المطر بشدة لملاحظة كمية الماء التى تتجمع به • احضر الاناء ومابه من الماء لملاحظة أن الماء يتبخر أذا ترك الاناء بدون غطاء •

ملاحظة الهواء والأحوال الجوية

من الطرق الطريفة لبدء دراسة الهواء والجو أن نأخذ التلاميذ الى الخلاء لكى نرى مبلغ قدرتهم على الملاحظة الدقيقة • فكثيرا ماتقتصر الدراسة على مايقوم به التلاميذ من نشاط داخل الفصل ، مع اهمال ملاحظة الأحوال الجوية الحقيقية • سل التلاميذ أن يستعدوا لمناقشة المشكلات الآتية :

« كيف تصف الأحوال الجوية اليوم » ؟ « ماذا تستطيع أن تعرفه عن الهواء باستخدام حواسك الخمس » ؟ « كيف تصف السحب اليوم » ؟ ان مثل هذه الملاحظات تساعد التلاميذ على ادراك أنهم يقومون بدراسة شىء حقيقى • وقد تثير المناقشة كثيرا من الأسئلة والمناقشات حول الجو ؛ اذ أن التلاميذ لن يتفقوا بطبيعة الحال فى جميع ملاحظاتهم • فباستخدام حواسهم يستطيع التلاميذ أن يصفوا درجة حرارة الهواء ، وانتقال الهواء من مكان الى آخر « هبوب الرياح » ، وربما يستطيعون أن يدركوا رطوبة الجو وهم يستطيعون الاحساس بالهواء عندما يحركون أذرعهم فيه • وقد يدل وصفهم للسحب على أنها تتحرك ، وأن بعضها يكبر ، وبعضها فى سبيل الاختفاء ، وبعضها أقتم لونا من سواه ••• الخ • ولا شك أن مناقشة أسباب هذه الظواهر جديرة أن تثير بعض المشكلات للدراسة • وقد يتعلم التلاميذ كيف يتعرفون على بعض أنواع السحب المصورة فى الفصل السابق •

وعندما يكون التلاميذ خارج الفصل فى الخلاء ، فقد يطلب اليهم أن يقدروا مدى امتداد

حالة الجو اليوم



الساعة الجوية تتيح لأطفالك الفرصة لكى يعرفوا بما يلائم الجو .

طبقة الهواء الى أعلى ، حسبما يظنونه ، وارتفاع السحب اليوم . ومن الممكن أن تصير طريقة حل المشكلات أكثر طرافة اذا حاول التلاميذ أن يعرفوا مدى صحة تقديراتهم .

ومن المحتمل أن تظهر عدة مشكلات فى أثناء مناقشة التلاميذ لملاحظاتهم . ومن الممكن أن تسجل هذه المشكلات على السبورة وأن تستخدم كأساس لدراسة الجو . ويستطيع المدرس أن يضيف مشكلات أخرى لكى يوسع من أفق الدراسة عندما تبدو أهمية ذلك .

وقد يقرأ صغار الأطفال « ترمومترا » حقيقيا أو يشاهدون المدرس فى أثناء قراءته ويعينونه على هذه القراءة ، ثم يقومون باحضار ترمومتر « لعبة » الى الفصل ويحاولون جعله مطابقا لما يبينه « الترمومتر » الحقيقى ؛ فهم اذ يفعلون ذلك يتعلمون :

(أ) أن درجة الحرارة تتغير كثيرا .

(ب) أنه كلما ارتفع الخط الأحمر دل ذلك على ارتفاع درجة الحرارة ، وكلما انخفض دل ذلك على انخفاض درجة الحرارة .

(ج) الأرقام الكبيرة معناها حرارة أشد ، والأرقام الصغيرة معناها حرارة أقل .

فالترمومتر « اللعبة » يمكن أن يكون عظيم الفائدة فى مساعدة صغار الأطفال على قراءة الترمومتر الحقيقى . ارسم الترمومتر على ورق مقوى . لاحظ أن يكون نصف الشريط أبيض ونصفه الآخر أحمر ، وأن يخاط هذان النصفان معا لكى تجعل منهما شريطا واحدا متصلا بحيث يمكن تحريكه بسهولة ليدل على القراءات المختلفة لدرجة الحرارة . ويمكن عمله بأى حجم مناسب.

و « ساعة جوية كالمصورة هنا ، تعد وسيلة مناسبة لصغار الأطفال لبيان الأحوال الجوية . اقطع القرص الكبير (انظر الصورة) من الورق المقوى المتين ، ثم قسمه الى أقسام كما هو مبين . اكتب على الأقسام : «مطر» ، « سحب متكاثرة » ، « ثلج » ، « جو معتدل » .....الخ . ودع

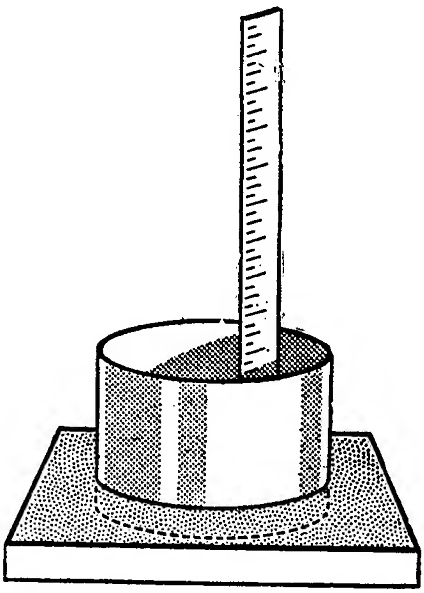
التلاميذ يختاروا الصورة المناسبة لكل نوع من الجو ومن الممكن أن يرسم التلاميذ الصور • ويمكن بعد ذلك أن تلصق الصورة على القرص • ويصنع المؤشران أيضـا من الورق المقوى المتين ويثبتان بالمركز بحيث يمكن تحريكهما كعقارب الساعة كما فى الصورة • وقد يكون من الضرورى تعديل مواضع المؤشرين فى أثناء النهار • وسوف يساعد ذلك التلاميذ على ادراك أن الجو يتعرض لكثير من التقلبات •

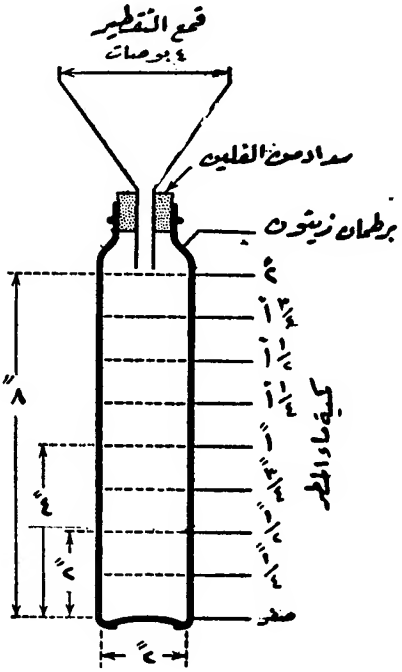
ومن الممكن أيضا أن يصنع التلاميذ مقياسا بسيطا للمطر ، لقياس كمية المطر الذى يسقط • وتوضح الصورة هنا الجهاز كاملا • ويمكن أن يصنع المقياس من أحد علب البن بعد تثبيتها فى قاعدة من المصيص • ويجب أن تقاس كميات مياه المطر المتجمعة بعد سقوط المطر مباشرة قبل أن تتأثر بالبخر • ويمكن عمل نوع آخر من هذه المقاييس بادخال فلينة وقمع فى فوهة « برطمان » زيتون •

دراسة بخار الماء فى الهواء

ليست دراسة تركيب الهواء تفصيليا «أمرا» ضروريا ، بطبيعة الحال ، لدراسة الجـو ، ولكن بعض المعرفة به قد تكون مفيدة فى هذه الدراسة • وعلى وجه العموم فانه ليس من السهل ولا من الضرورى تحضير الأكسجين وغيره من الغازات التى بالهواء فى فصول المدرسة الابتدائية • وبخار الماء هو الجزء من الهواء ذو الأهمية البالغة فى دراسة الجو • فمعرفة كيف يتحول الماء الى بخار يذهب الى الهواء ، وكيف ينفصل هذا البخار عن الهواء ، تعد من الأفكار الأسـاسية التى يجب فهمها • وتأثير درجة الحرارة ، والرياح ، ومقدار السطح المعرض من الأمور التى يجب أن يراها التلاميذ عن طريق التجارب •

درجة الحـــرارة : ضع كميتين متساويتين من الماء فى وعائين متشابهين من جميع الوجوه • سخن أحدهما واترك الآخـر فى درجة حـرارة





يمكن صنع مقياس للمطر من علبه من الصفيح توضع على قاعدة من الجبس • ويمكن عمل جهاز أكثر دقة باستخدام برطمان زيتون وقمع وأبعاد وعلامات كالموضحة بالشكل •

الغرفة • أو ضع نفس المقدار من الماء فى حوضين متشابهين تماما ، ثم ضع أحدهمـا فى الشمس والآخـر فى الظل • قارن بين النتـائج • بلل قطعتين متماثلتين من القماش • ضع احداهما فى مكان دافىء واترك الأخرى فى درجة حرارة الغرفة.

ومن المهم بالنسبة للتلاميذ أن يفكروا فى مواقف تكون درجات الحرارة العالية فيها قد ساعدت على عملية البخر • (الملابس تجفف بسرعة أكبر اذا وضعت فى مكان دافىء • الشمس تجفف الماء من الحشائش والأرصفة) • ونؤكد مرة أخرى هنـا أهميـة التجارب الضابطة • كما يجب أن نؤكد أيضـا أهميـة عدم التسرع فى الوصول الى استنتاجات جارفة من ملاحظة تجربة واحـدة • ولقد كان الفرق الوحيد بين الموقفين فى هـذه التجربة ، هو أن أحدهما قد تعرض لدرجة حرارة أعلى مما تعرض له الآخر • مع ملاحظة ألا تكون شدة الهواء فى أحد المكانين أكبر منها فى الآخر •

الرياح : تعد تجربة الترويح على بقعة مبتلة على السبورة (انظر صفحة ٥٤) من التجارب المفيدة. ومن أمثلة التطبيق : امرار هواء الزفير على بقعة حبر مبتلة لتجفيفها ، الرياح تساعد على تجفيف البلاط المبتل ، مجففات الشعر ••• الخ •

اتســاع السطح المعرض : بلل منديلين متماثلين تمـاما • اترك أحدهمـا مطويا وافرد الآخر • قارن النتائج بعد عدة ساعات • خـذ مقدارين متساويين من المـاء وضـع أحدهما فى زجاجـة زيتون مستطيلة وضـع الآخر فى اناء مفلطح • لاحظ النتائج •

تطبيقات : ملابس الاستحمام (المايوهات) والفـوط المبتلة يجب نشرها لكى تجف • المـاء المنسكب على الأرضية يتبخر بسرعة أكثر اذا بسط « فرد » عليها •

ويستطيع التلاميذ أنفسهم كما رأينا كثـيرا من قبل أن يبتكروا تجارب مفيـدة ، واستجابة لاقتراح أحـد المدرسين بأن يحاول التلاميذ أن يفـكروا فى تجـارب تبين أن الحرارة والرياح تساعدان على البخر ، قدم أحـد تلاميذ الصف الثالث التقرير التالى عن تجربة أجراها فى المنزل:

بدأت بثلاث قطع من القماش مسـاحة كل منها نحو قدم مربعة ، واستعملت $^1/_8$ فنجان من الماء لكى أبلل كلا منها • ووضعت احداهما أمام مدفأة تخرج هواء ساخنا ، وتركت الثانيـة فى درجة حرارة الغرفة ، ووضعت الثالثة أمام تيار الهواء الذى تحدثه مروحة كهربية • فلاحظت أن القطعة التى عرضت للهـواء السـاخن جفت فى عشرين دقيقة، والقطعة المعرضة للمروحة الكهربية جفت فى ٢٥ دقيقـة ، والقطعـة التى تركت فى درجة حرارة الغرفة جفت فى ساعة وثلاثين دقيقة.

وقد أشار التلميذ الى أهمية أن تكون جميع قطع القماش بنفس الحجم وأن تكون كميات الماء التى بللعها متساوية ، كما أوضح أهمية ملاحظة الوقت اللازم للبخر • لاحظ أيضـا أن هنالك مؤثرين فى العملية : الرياح والحرارة • وعلى ذلك فانه يلزم اجراء تجارب أخرى قبل الوصـول الى نتائج محددة •

التكثيف : وهنالك أيضا كثير من التجارب التى توضح كيف يتكاثف الماء الموجـود بالهـواء عند التبريد • ضع فى كوب معدنى بعض الثلج ، قلبه لفترة وجيزة ، ولاحظ قطيرات الماء على الجدار الخارجى للكأس • دع التلاميذ يقدموا فروضـا حـول مصدر هـذه القطرات • فاذا قالوا انها تسربت من جدار الكوب ، فدعهم يختبروا صحة هذا الفرض بوضع ماء ساخن فى كوب معدنى آخر لملاحظة النتائج • وبعد أن يقرروا أن الهواء هو المصدر الوحيد الذى يمكن أن تأتى منه هـذه القطرات ، لابد أن يجيبوا عن السؤال : « مـاذا عمل لجعل الماء الموجود فى الهواء ينفصل عنه ؟ » والاجابة بطبيعة الحال هى أن الكوب قد برد الهواء الملامس له ، وأن الهواء البارد لا يسـتطيع أن يحمل من الرطوبة نفس القدر الذى يستطيع أن يحمله الهواء الساخن ويستطيع التلاميذ أن يجروا

هذه التجربة على عدة أيام مختلفة لملاحظة أن التكثيف يكون فى بعض الأيام أكثر منه فى بعضها الآخر .

وفيما يلى بعض المواقف التى قد يلاحظ فيها حدوث التكثف : على أنابيب وصنابير المياه الباردة ، وعلى دوارق السوائل الباردة ، وعندما ينفخون على زجاج بارد لنافذة أو مرآة باردة ... الخ .

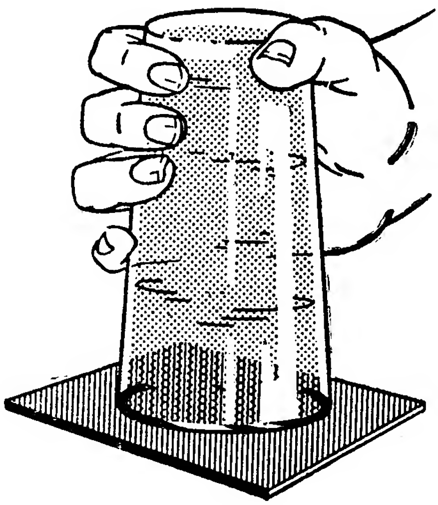
وبعد أن يقوم التلاميذ بهذه التجارب وغيرها ، أقترح عليهم أن يذهبوا نحو النافذة ويذكروا عدد الأماكن المختلفة التى يستطيعون مشاهدتها مما يتبخر منه الماء . أعد الكرة بالنسبة للتكثيف . ثم اذكر أسماء أشياء فى المدرسة حيث تحدث هاتان الظاهرتان . والتجربة المصورة على صفحة ٢٨٢ تقدم طريقة لتوضيح أن النباتات تخرج ماء فى الهواء . وفى الغالب لا يبدى تلاميذ المرحلة الابتدائية اهتماما بمعرفة كيف تحسب الرطوبة النسبية للهواء . والهيجرومترات ليست غالبا من الأدوات المدرسية فى هذا المستوى . ومع ذلك فمن الممكن أن يفهم التلاميذ معنى مصطلح الرطوبة النسبية مع عدم التعرض لطريقة حسابها . ويستطيع أولئك الذين يرغبون فى عمل هيجرومتر بسيط الرجوع الى بعض المراجع الخاصة بذلك .

واذا وجد فى أفران منازلهم أجهزة لامداد الهواء بالرطوبة ، فمن الممكن أن يحاول التلاميذ معرفة أين توجد هذه الأجهزة ، وكيف تملأ خزاناتها ، واذا كانت مرافق المدرسة قد اتخذت أية طريقة لامداد الهواء بالرطوبة ، فلابد أن يكون معاون المدرسة قادرا على شرح العملية .

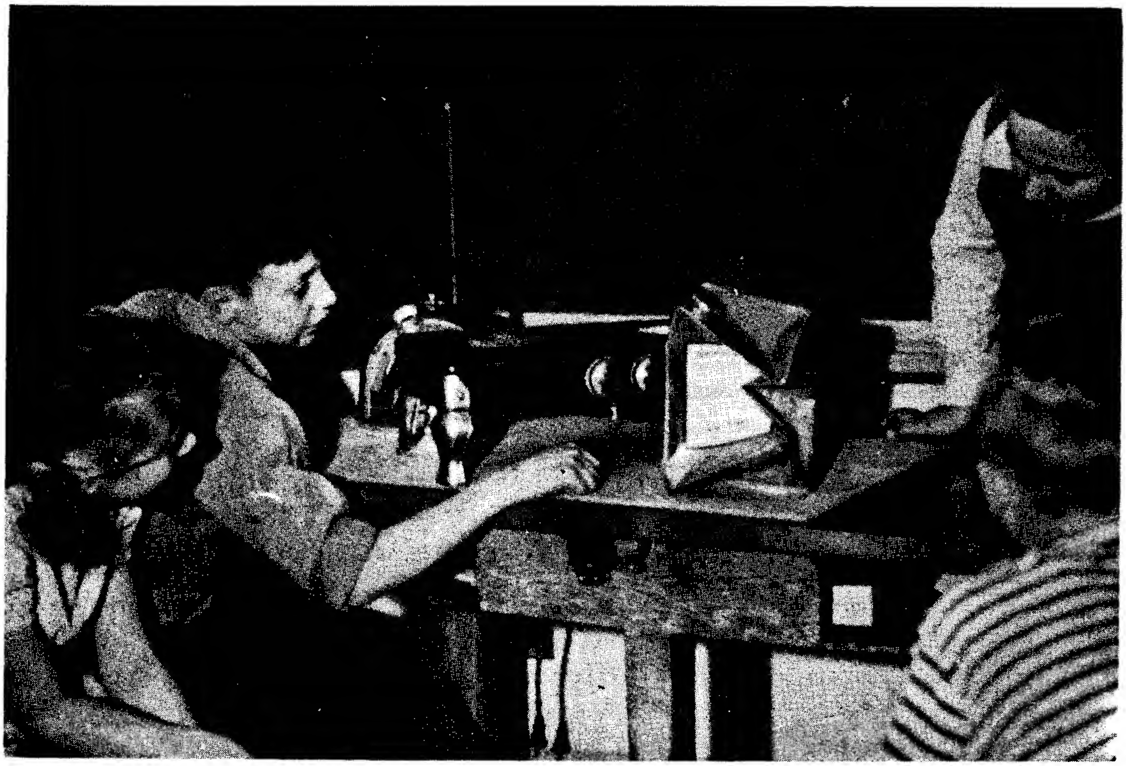
وهنالك كثير من المنازل ذات « البدرومات » الرطبة التى يستخدم فيها كلوريد الكلسيوم لامتصاص الرطوبة من الهواء . يباع هذا المركب أحيانا فى متاجر الأدوات المنزلية تحت أسماء تجارية . ويكون جافا عند بدء استخدامه ثم لا يلبث أن يصير رطبا عندما يمتص الماء من الهواء .

وبينما تستمر هذه التجارب ، والملاحظات ، فقد يكون من المفضل الاحتفاظ بسجل للمفاهيم العلمية الهامة التى تعلمها التلاميذ ، بحيث يمكن وضعها فيما بعد معا واستخدامها لفهم الظواهر الجوية . وسوف يتوقف اتساع هذه المفاهيم على الخبرة والميل ومستوى النضج العقلى للتلاميذ . وفيما يلى أمثلة للمفاهيم الهامة التى ينبغى أن يصل اليها التلاميذ من التجارب والملاحظات المتصلة بالبخر والتكثف .

يتبخر الماء فى الهواء من أماكن متعددة .



يعرف التلاميذ أن ضغط الهواء حقيقة واقعة ، عندما يرون أنه يمنع الماء من أن ينسكب من كوب ممتلىء بالماء ومنكس . يراعى عند اجراء هذه التجربة سد فوهة الكوب بقطعة من الورق المقوى حتى لا تنثنى بسهولة .



« انظر كيف تنثنى » ان ضغط الهواء يصير محسوسا ، عندما تراه يحطم علبة من الصفيح • أن هؤلاء التلاميذ من لوس أنجليس قد استولى عليهم العجب مما يستطيع أن يفعله الهواء ، وقد زاد عجبهم عندما حسبوا مقدار الضغط الواقع على سطح العلبة بالأرطال • ان معرفة بعض المعلومات عن ضغط الهواء تعد ضرورية لفهم الجو وتغيراته •

تســـاعد الحرارة المـــاء على البخر •

تســـاعد الرياح المـــاء على البخر •

برودة الهواء قد تسبب تكثف مابه من الماء •

يتكثف الماء على كثير من الأسطح الباردة •

إجراء تجارب على ضغط الهواء

يعد ادراك أن للهواء ضغطا ، وأن هذا الضغط يتغير ، أمرا هاما فى فهم أسباب الجو والتغيرات الجوية • وبرغم أن العلاقة بين ضغط الهواء والحالة الجوية تعد من الأمور التى يصعب فهمها على تلاميذ المرحلة الابتدائية،فمن الممكن الى حد كبير توضيح فكرة ضغط الهواء ذاتها . فهنالك كثير من التجارب البسيطة التى تساعد التلاميذ على ادراك أن للهواء حقيقة ضغطا • فمن التجارب البسيطة أن تأخذ كوبا ممتلئا بالمـاء ، وتضـع على فوهته قطعة من الورق المقوى بحيث تسده باحكام ، ثم تقلبه فوق حوض • ان ضغط الهواء يعمل على بقاء الماء داخل الكوب ، بحيث لا ينسكب •

والتجربة التالية توضح بطريقة رائعـة أحد آثار الضغط الجوى • (انظر الصورة) أحضر موقدا كهربيا أو أى مصدر آخر للحرارة ، واحدى علب الورنيش (سعة جالون) ، وسدادا يمكن به سد فوهة العلبة باحكام ، وقليلا من الماء • ضع نحو معلقتى شاى من الماء داخل العلبة وسخن حتى يغلى الماء بشدة وتظهر سحابة حول الفوهة • وبذلك تكون قد طردت جميـع الهواء من العلبة ، وجعلتها ممتلئة ببخار الماء • سد العلبة باحكام بسدادها • انزل العلبة على قاعدة النافذة اذا كان الجو باردا ، أو بردها بقطعة من الثلج أو بالماء البارد ، ولاحظها • انك الآن تكثف البخار الذى بداخل العلبة ولا يتبقى بها الا القليل من الماء بقاعها • وبعد قليل يؤدى ضغط الهواء على العلبة من الخارج الى انضغاطها بحيث تبدو كما لو كانت

قد مرت عليها سيارة • ويهتم الأطفال بحساب وزن الهواء الذى يضغط على العلبة • انه يزيد عن وزن جميع تلاميذ الفرقة الخامسة • وهنا تتهيأ الفرصة مرة أخرى لاستخدام الحساب استخداما غرضيا لايجاد مساحة العلبة ولاستخدام عمليات الضرب الدقيقة . والآن هل تعرف الأهمية البالغة للتأكد من أن سداد العلبة لابد أن يسدها باحكام ؟

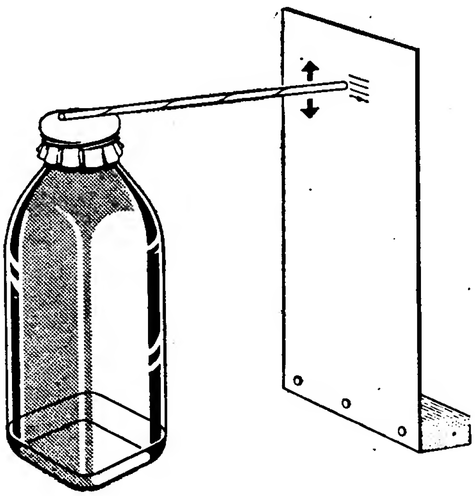
ويبدى التلاميذ شغفا بمعرفة ظروف استخدام الحجامات الجافة ، ومشاجب الثياب ومكابس الأحواض ••• الخ •

وهنالك تجارب أخرى عديدة لبيان أن للهواء ضغطا • دع التلاميذ يجدوا بعضها فى كتب العلوم أو فى المراجع الاضافية ، ويعرضوها على زملائهم . وهى خطة شائقة بالنسبة للتلاميذ الذين يظهرون اهتماما باجراء التجارب ورغبة فى البحث عن المواد التى يستخدمونها • ومن الخبرات المناسبة لهم أن يقوموا باجراء التجارب ، وينظموا الأسئلة التى يوجهونها للفصل ، ويشتركوا فى مناقشة لابراز النقاط الهامة •

عمل بارومتر

يوضح الشكل بارومترا بسيطا مصنوعا من زجاجة لبن • وبرغم أنه لا يسجل الضغط ، فانه يوضح تغيرات الضغط بطريقة تسهل ملاحظتها • والتغيرات فى درجات الحرارة تجعله غير دقيق ، لأنها تسبب بعض التمدد والانكماش للهواء • ويمكن تعويض ذلك بوضع البارومتر فى مكان من الغرفة لا تتغير فيه درجة الحرارة تغيرا ملحوظا وبقراءته كل يوم فى نفس الوقت تقريبا • ولكى تصنع بارومترا من زجاجة اللبن ، فانك تحتاج الى زجاجة لبن ، وبالون من المطاط ، وأنبوبة من القش كتلك التى تستخدم لشرب المياه الغازية وبعض الغراء • اقطع البالون بحيث تستطيع استخدام سطحه المطاط لكى تغطى به فوهة زجاجة اللبن • ابسط « افرد » قطعة المطاط على فوهة الزجاجة واربطها باحكام • والآن ثبت أنبوبة القش بالغراء الى سطح غشاء المطاط ، كما هو موضح بالشكل ، ثم ضع البارومتر بحيث يقع الطرف الطليق من أنبوبة القش قريبا جدا من لوحة قائمة وبحيث لا يلامسها • ضع علامة على اللوحة أمام هذا الطرف • وسوف يؤدى ارتفاع الضغط أو نقصه على سطح غشاء المطاط الى ارتفاع طرف أنبوبة القش • وسوف يدل وضع علامات على السبورة أو على لوحة من الورق المقوى كما فى الشكل على تغير الضغط •

والبارومترات المعدنية (انظر صفحة ٢١٩)



من المعـــدات التى يندر وجودها فى المدرســـة الابتدائية • ومن الممكن استعارة أحدها من معمل الفيزياء أو من أحد الجيران من البحارة •

فاذا تمت استعارة أحدها ، فلابد أن يلفت نظر التلاميذ بشدة الى أهمية تناوله بعناية•ويجب أن يعلق على الجدران منخفضـا بحيث يسـتطيع التلاميذ مشاهداته ، وأن يترك هنالك حتى يعاد • وهـــذه فرصـة مناسبة لكى يتعلم التلاميـذ أن الأدوات العلمية ليست لعبا ، ولكنها تستخدم لكى تمـدنا بالمعـــلومات ، وأنها دقيقة ، وأنه يجب تناولها بحرص • وليس من اللازم أن نتوقع من التلاميـــذ معرفة كيف يعمل البارومتر المعدنى ، ولـكن من الممكن أن يدركوا أنه عنـدما تتحرك الابرة الى أرقام كبيرة ، فانه ينتظر غالبا أن يكون الجو معتدلا • وعندما يتقدمون فى دراسة الهواء والجو ، فقد يرغب التلاميذ فى أن يتتبعوا ماتقدمه الصحف والاذاعة من قراءات البارومتر •

وفى هذه المرحلة ، يمكن أن يضيف التلاميذ الى قائمة مفاهيمهم حول الهواء عبارات مثل :

* للهواء ضغط •

* تستطيع قياس ضغط الهواء •

* ضغط الهواء يتغير •

* عندما يرتفع البارومتر ، ينتظر غالبا أن يكون الجو معتدلا ، وعندما ينخفض ينتظر أن يكون الجو عاصفا أو غير مستقر •

دراسة دورة المـاء

سوف نحاول بهذه التجربة أن نجمع ماتعلمه التلاميـــذ عن البخر والتكثف لكى يعرفوا بعض أسباب المطر وغيره من صـــور الترسيب • سخن « برادا » به ماء ، وعندما يأخذ البخار فى التصاعد من فوهته الضيقة ، أمسك بطبق بارد أو سطح من الصفيح أمام سحابة البخار (انظر الصورة على صفحة ١٥) • لاحظ تكثف المـــاء • ومن الملاحظ أن الأطفـــال يستخدمون كلمتى يتكثف ويتبخر بصـورة طبيعية فى محادثاتهم • وليس معنى هذا أنه ليس هنالك ضرورة لاضافتهما الى دروس التهجى لديهم ، وبخاصـــة فى الصفوف الأولى • انها من الكلمات العلميـة التى تستخدم فى المناقشة ، ولكن اذا كان من الضرورى كتابتهما فان التلاميذ يستطيعون الرجــوع الى كتبهم لكى يروا كيف يتهجونهما • كما أنه ليس منالضرورى ولا من المرغوب فيــــه أن يلم التلاميذ بتعاريف كلمات من هذا النوع •

فاســـتخدام التلاميذ للكلمات اسـتخداما سليما فى أثناء الحديث يدل على فهمهم لهذهالكلمات. واذا كنا نؤمن بأهدافنا ونعتقد صحتها ، فان فهم العمليات المختلفة وتعرفها فى مجالات الحياة يعد أكثر أهمية من حفظ التعاريف •

والتيراريم المغطى أو الحوض الجاف المغطى بالمدرسة مكان ممتاز لملاحظة دورة الماء ، فالمـاء يتبخر من جميع الأشياء المبتلة بالتيراريم • وعندما يبرد الهواء الذى بالداخل فان بخار الماء يتكثف على الزجاج • فاذا سخن الهواء الذى بالداخل ، فان قطرات الماء تعود فتتبخر مرة أخرى • وهنالك طريقة أخرى لتوضيح نفس الفكرة باســتخدام مخبار زجاجى نظيف جاف • ضع نحو بوصة من الماء فى قاعة ثم أغلقه باحكام • ضع المخبار فى مكان حار ثم فى مكان بارد •

مشاهدة أحد الأفلام

ان الفيلم المتحرك « كيف يتكون المطر ؟ » صالح كل الصلاحية لدراسةالجو لما يقدمه للتلاميذ من مساعدة على فهم دورة الماء • فالجزء الأول من الفيلم يصور التبخر ، والجزء الآخر يشرح التكثف ودورة الماء • وبسبب هـذا التنظيم يمـكن عرض الفيلم على مرتين • فمن الممكن أن يشاهد التلاميذ الجزء الخاص بالتبخر ليشاهدوا مايعرضه الفيلم

مما يكونون قد درسوه فعلا،وليروا الأشياء الجديدة التى يعرضها الفيلم ، وما يقدمه الفيلم من التجارب التى قد يرغبون فى اجرائها • وبعد قليل من المناقشة • يمكن عرض النصف الآخر من الفيلم ، ويمكن أن تكون نفس النقاط الثلاث التى تناولوها فى نصفه الأول موضع مناقشة جديدة • ويعرض الفيلم شكلا تخطيطيا لدورة الماء • وقد يبدى بعض التلاميذ رغبة فى رسم شكل مبكر على السبورة يوضح الدورة ،واستعراض ما درسوه بشرح هذا الشكل • فاستخدام الفيلم بهذه الصورة يربطه بعمل التلاميذ فى الفصل ويجعل منه وسيلة فعالة • ومن الواضح أنه يستحيل وضع مثل هذا التخطيط دون مشاهدة الفيلم مقدما • (انظر المقترحات فى الصفحات من ٣٥ الى ٣٦ لاستخدام الأفلام) •

مشاهدة السحب

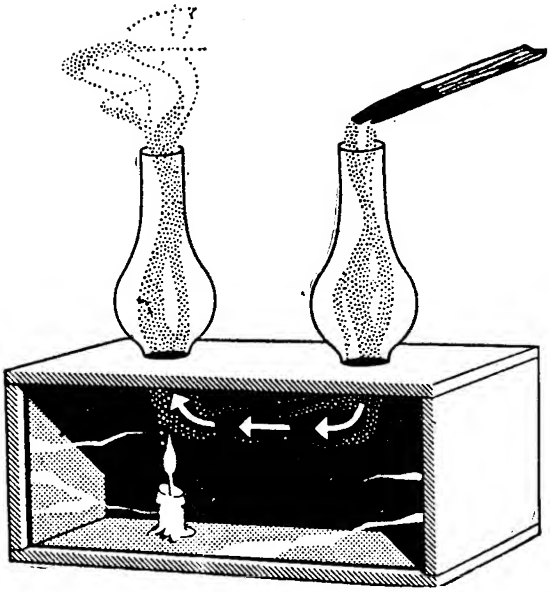
غالبا ماندرس السحب داخل الفصل ، حيث لا يمكن مشاهدتها • ولكنه لا يوجد سبب يحول دون اصطحاب التلاميذ الى الخلاء لمشاهدة السحب • وخريطة الأرصاد الجوية الخاصة بالسحب تقدم مساعدة كبيرة فى التعرف عليها • ويستطيع التلاميذ فى هذه المرحلة عن طريق قراءاتهم الاجابة عن بعض الأسئلة التى سألوها عند القيام بأول جولة قاموا بها للملاحظة • فيجب أن يعرفوا الاجابة عن بعض الأسئلة مثل : « مم تتكون السحب ؟ » « ماذا يحدث عندما تختفى ؟ » « ماارتفاع السحب المختلفة ؟ » « مانوع الجو الذى سوف يحدث بسببها ؟ » •

دراسة أسباب الرياح

يمكن استخدام صندوق من صناديق تيارات الحمل (انظر الشكل) لمساعدة التلاميذ على معرفة كيف تحدث الرياح • ويمكن أن يقوم التلاميذ بعمل هذا الصندوق فى الورشة ، ولما كان الصندوق الخشبى عرضة لخطر الحريق وفى نفس الوقت يصعب على التلاميذ عمل صندوق معدنى ، لذلك يجب أن يطلب هذا الصندوق من أحد المستودعات الخاصة بهذه الأدوات اذا أمكن • وللصندوق فتحتان فى سطحه العلوى وتغطى كلا منهما زجاجة مصباح من مصابيح الكيروسين • والطرف الأمامى من الصندوق مغطى بزجاج متحرك • ويقع تحت أحد الثقبين شمعة • تسخن الهواء الذى حولها • ويحدث هذا التسخين ضغطا غير متساو ، وبذلك فان مايحيط بالصندوق من هواء ثقيل يندفع نحو الداخل ، ويدفع بالهواء الخفيف فى زجاجة المصباح الى أعلى • وهكذا تحدث رياح فعلا داخل هذا الصندوق • وبطبيعة الحال فانك لا تستطيع مشاهدة الرياح ، ولكنك اذا أمسكت بشظية مدخنة من الخشب أو قطعة من الورق المبلل فوق الزجاجة الباردة ، فانك سوف تشاهد أن الدخان يهبط داخل هذه الزجاجة ، ويمر بالصندوق ثم يرتفع داخل الزجاجة الأخرى • وينبغى مراعاة الحذر عند استخدام هذا الصندوق ، بسبب استخدام الثقاب فى هذه التجربة ؛ اذ يجب ألا يشعل الأطفال الثقاب أبدا الا فى حضور شخص كبير • وعند اجراء هذه التجربة يجب أن يقوم المدرس نفسه باشعال الثقاب •

وبعد أن يشاهد التلاميذ التيار داخل صندوق الحمل ، فانهم يكونون مستعدين لتطبيق ماشاهدوه على مايحدث داخل الفصل الذى يجلسون فيه • فلماذا يكون السقف أسخن مكان فى الغرفة ؟ افتح احدى النوافذ من أعلاها ومن أسفلها،ثم أمسك بعصا ملتصق بها قصاصات طويلة من الورق الذى يستطيع أن يحركه تيار الهواء بسهولة ، وضعها أمام كل من فتحتى النافذة (العليا والسفلى) • لماذا يدخل الهواء من الفتحة السفلى ويخرج من الفتحة العليا ؟

فبعد هذه الخبرة ، يكون الأطفال مستعدين لشرح ماذا يجعل الرياح تهب اليوم ، ويكونون



هذا الصندوق الذى يوضح تيارات الحمل يمـــكن عمله بالمدرسة أو شراؤه من أحـــد مستودعات بيع الأدوات العلمية. وهو يستخدم لتوضيح كيف تنشأ الرياح بسبب التسخين غير المتجانس للهواء .

قادرين على اجابة أســـئلة مثل : « ماذا يسخن الأرض ؟ » « وهل تسخن الى نفس الدرجة فى كل مـكان ؟ » « واذا كان الجواب بالنفى فلمـــاذا ؟ » « هل تهب الرياح نحو المكان الحار أم نحو المكان البارد ؟ » .

دراسة خريطة جوية

برغم أن كثـــيرا من التفاصيل الفنية فى خريطة جوية تعلو عن مستوى فهم معظم التلاميذ بالمدرســـة الابتدائية . فان هـــؤلاء التلاميـــذ يستطيعون أن يضـــموا ماتعلموه من المعـــلومات ويستعينوا على تفسير بعض الأشياء التى توضحها الخرائط . وتعرض كثـــير من الصحف خرائط جوية (انظر صفحة ٢٣٧) مما يمكن تعليقه على لوحة النشرات مع التنبؤات الجوية . ثم يحاول التلاميذ بعد ذلك تحديد كيف يمـكن استخدام الخرائط فى عمل التنبؤات الجـــوية . ويجب أن يتذكر أن كثيرا من التلاميذ سوف يعرفون كثيرا عن الخرائط الجوية فى العلوم العـــامة بالمدرسة الاعدادية . ان الخريطة معقدة ، وسوف لا يعرف تلاميذ المدرسة الابتدائية الا أمورا قليلة عنها .

اختبار صحة التنبؤات الجوية

ان تتبع مدى صحة التقارير الجوية المحلية « على مدى فترة زمنية يعتبر من أنواع النشـــاط الشائقة بالنسبة للأطفال . ويمكن الحصول على هذه التقارير من الاذاعة أو الصحف أو من مكتب الأرصاد المحلى عن طريق التليفون اذا وجد منها مايقدم مثل هذه المعلومات ، ويمكن تعيين جمعية للحصول على التقرير كل يوم وبيان ما اذا كان قد عمل بدقة . وهذه فرصة طيبة لتأكيد أهمية مراعاة الدقة فى الملاحظة ، والتروى فى اصـــدار الحكم ، وغـــير ذلك من الاتجاهات العلميـــة التى ناقشناها فى الجزء الأول . فاذا ذكرت التنبؤات مثلا أن الأمطار سوف تهطل فى منطقة المدرسة ، ولم ينزل المطر فى المدرسة ذاتها ، فانه يلزم مزيد من البحث قبل الحكم على مدى دقة التنبؤات .

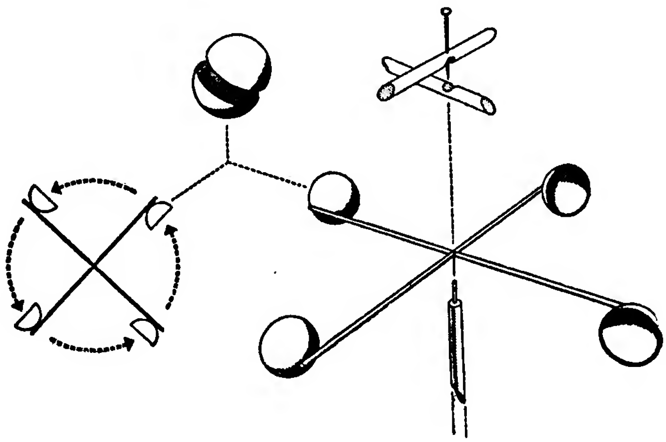
زيارة محطة جوية

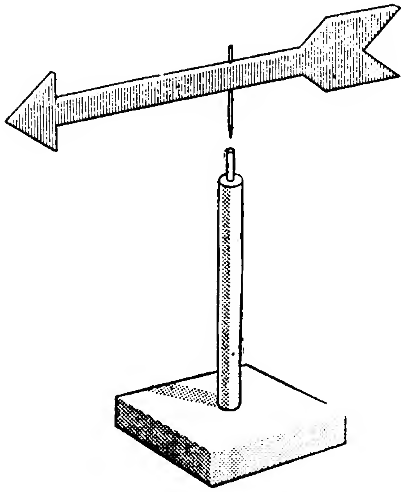
لقد صارت زيارة احدى المحطات الجوية اجراء معتادا فى كثير من المناطق حيثما يقوم تلاميذ المدرسة الابتدائية بدراسة الجو . وكما فى حالة كثير من الأشياء الأخرى التى نقوم بها مرة بعد أخرى ، فاننا نستطيع أن نزيد من قيمة هذه الزيارات باضافة قليل من التخطيط وبتأمل أهدافنا بعناية أكبر . والأهداف العامة التى ناقشناها فى الفصل الثانى هى المعالم التى سوف نستعين بها فى تخطيط الرحلة الى المحطة الجوية . ومن المهم أيضا تذكر المقترحات الواردة فى الفصل الثالث والخاصة بعمل الرحلات . وعلى وجه التحديد ، فان التلاميذ يذهبون الى المحطة الجوية ليحصلوا على مزيد من المعلومات عن التنبؤات الجوية ، وليزيدوا من اهتمامهم بالأساليب العلمية، وليشبعوا رغبتهم فى حب الاستطلاع حول بعض المواد التى رأوا صورها ، ولكى يزيد تقديرهم لأعمال العلماء . وبالاضافة الى هذه الأغراض ، فان التخطيط للرحلة وتنفيذها يهيىء فرصا حقيقية لاقتسام المسئولية وحل المشكلات والابتكار وممارسة الأخلاق الحميدة والتدرب على قواعد المحافظة على الأمن . ولن تتحقق هذه الأشياء الا اذا قصد المدرس الى تحقيقها . ويتطلب ذلك تشجيع التلاميذ على وضع الخطة بأنفسهم .

وفيما يلى بعض الأسئلة المحددة ، التى يمكن أن يحصل التلاميذ على الاجابة عنها من المحطة الجوية : « ماذا يستفيد العلماء من الآلات ؟ » « كيف تنظم الحقائق معا ؟ » « كيف تعمل الآلات ؟ » « كيف تعمل الخريطة الجوية ؟ » « من الذى يستفيد من التقارير الجوية ؟ » « من الذى يدفع نفقات المحطة الجوية ؟ » ويمكن عمل الترتيبات لارسال أسئلة التلاميذ الى المحطة قبل الزيارة حتى يكون لدى المختصين فكرة عن نوع المعلومات التى يحتاج اليها التلاميذ .

إنشاء محطة جوية

يستطيع التلاميذ أحيانا أن يعملوا محطة جوية خاصة بهم لجمع البيانات عن اتجاه الرياح ، والضغط الجوى ودرجة الحرارة ... الخ . ويمكن جمع بعض الآلات الجوية ، كما يمكن أن يستخدمها التلاميذ لعمل التنبؤات بأنفسهم . وبطبيعة الحال فان تنبؤاتهم لا يمكن أن تكون بالغة الدقة ؛ اذ أن التلاميذ لا تتوافر لديهم الخبرة والمعلومات الكافية ، ولكن هذا النوع من النشاط يزيدهم فهما لعمل مكتب الأرصاد الجوية وتقديرا له . ومن المهم أن يتبين التلاميذ أن البيانات التى تقدمها محطة واحدة ليست كافية للتنبؤ بالجو بأى قدر من الدقة ، حتى ولو كانت هذه البيانات أكثر دقة من البيانات التى جمعوها بأنفسهم . وتوضح الصور التالية بعض الآلات الجوية التى





عملها تلاميـــذ أحـــد الفصول وقد سبق وصف البارومتر وجهاز قياس المطر ٠

جهاز قياس سرعة الريح

يصنع هذا الجهاز من كرتين جوفاوين من المطاط ، قطعت كل منهما الى نصفين وثبتت هذه الأنصاف بمســامير بنهاية عصوين متقاطعتين على هيئة صليب ٠ ويمكن تثبيت الجهاز الى عمود أو جزء من مبنى بحيث تصل اليـــه الريح دون أن يعوقها عائق ٠ ويمكن استخدام مروحة كهربية لاختبار سهولة حركته قبل تركيبه في الخارج ٠

سهم الرياح

يتكون هـــذا الجهاز من سهم مصنوع من الخشب الخفيف وموضـــوع فوق قائم مركزى ٠ ويجب أن يكون السهم متزنا بعناية ٠ وأن يكون ثقب القائم من الاتســـاع بحيث يسمح للسهم بالحركة المطلقة . دون أن يجعله يميل ٠ ويمـــكن استخدام أســطوانة معدنية صـغير (جلبة) بين السهم والقائم لمساعدة السهم على الحركة الطليقة.

مصادر لبحثها

١ ــ الصحف المحلية من أجل الخرائط الجــوية والتنبؤات الجوية ٠

٢ ــ احـــدى المحطات الجوية المحلية أو القريبة لملاحظة الآلات الجوية ، ولمعرفة كيف تستخدم البيانات فى التنبؤات الجوية ٠

٣ ــ المشـــتغلون بالمزارع والمشـــاتل والبســـاتين لمعرفة كيف يساعدهم مكتب الأرصاد الجوية وكيف يحمون محصولاتهم فى الأجواء العنيفة أو غير المعتادة ٠

٤ ــ سائقو ســـيارات النقل ، والمشتغلون على السفن للحصول على معـلومات عن طريقــة معرفتهم بالتغيرات الجوية المفاجئة ، وما يقدمه لهم مكتب الأرصاد الجوية من الخدمات ٠

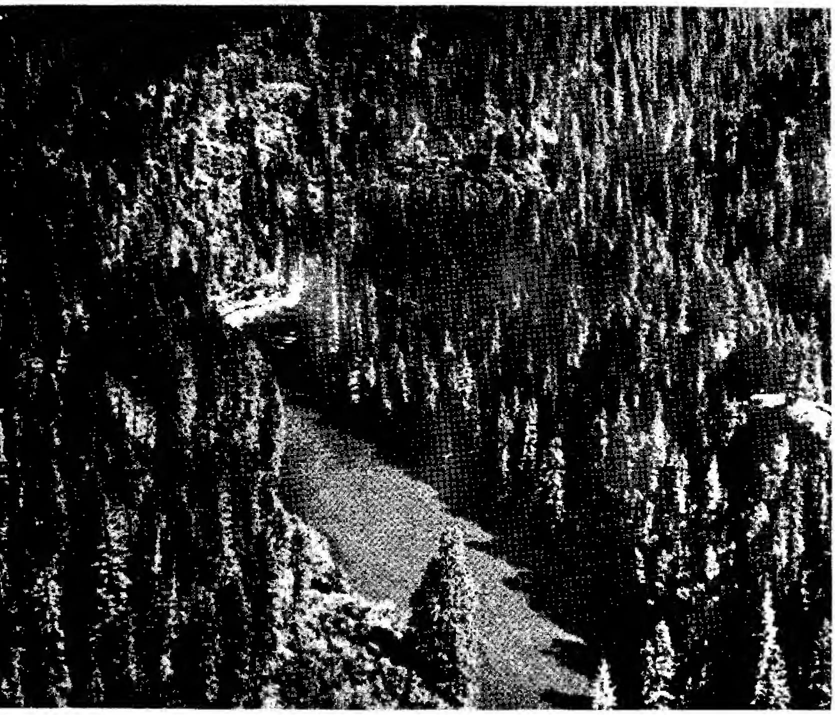
٥ ــ المطارات لمشاهدة الآلات الجوية ومعرفة كيف تجمع المعلومات وتنشر ٠

٦ ــ ماتقدمه الصحف عن الأحوال الجوية الشاذة مثل الزوابع والأعاصير والصقيع ٠٠٠ الخ ، لشرح الأســـباب والنتائج وغـير ذلك من المعلومات عن هذه الأحوال ٠

٧ ــ مكتب الأرصاد الجوية وفروعه للحصول على عينات من الخرائط الجوية وأى معلومـات أخرى يمكن الحصول عليها ٠

٨ ــ بعض أرباب المهن الصغيرة المحليين من أجل البـارومتر وغـــيره من الأجهزة الجـــوية وللحصول على بيانات عن طريقة حصـــولهم على التحذيرات الجوية وغيرها من المعـلومات عن الجو ٠


الجزء الثالث
الكائنات
الحية



الفصل الحادى عشر - أ

أسرة الكائنات الحية على الأرض

تحيط الحياة بنا من كل جانب • فقطرة الماء من المستنقع تعج بآلاف النباتات والحيوانات الدقيقة • وتربة المراعى القريبة تزخر بما فيها من البكتريا والفطريات والديدان • والأعشاب مأوى لعدد وفير من الحشرات • والهواء الذى فوقنا ليس مملكة للطيور فحسب ، بل انه يحمل فوق ذلك ما لايحصى من جراثيم الكائنات المجهرية وحبوب لقاح النباتات الراقية • فالحياة تكاد تكون موجودة فى كل مكان حتى فى مناطق التندرا المتجمدة والصحارى الجافة والعيون الحارة • كما توجد الحياة فى أعماق المحيطات • وعلى الشواطىء التى تغمرها الأمواج ، وفى الكهوف التى لا يصل اليها ضوء الشمس ، وعلى قمم الجبال التى تكنسها الرياح •

ماذا يقصد بالحياة

ان صور الكائنات الحية عديدة ومتنوعة • فعفن الخبز الذى ينشر أجسامه القطنية ، والأسماك الهلامية التى تقبض أجسامها التى تشبه المظلات والأشجار الباسقة ذات البراعم المتفتحة والحشرات المضيئة فى ليالى الصيف ، جميعها كائنات حية • فماذا يجعل هذه الكائنات المختلفة متشابهة ؟ وماذا يغدق عليها صفة الحياة ؟

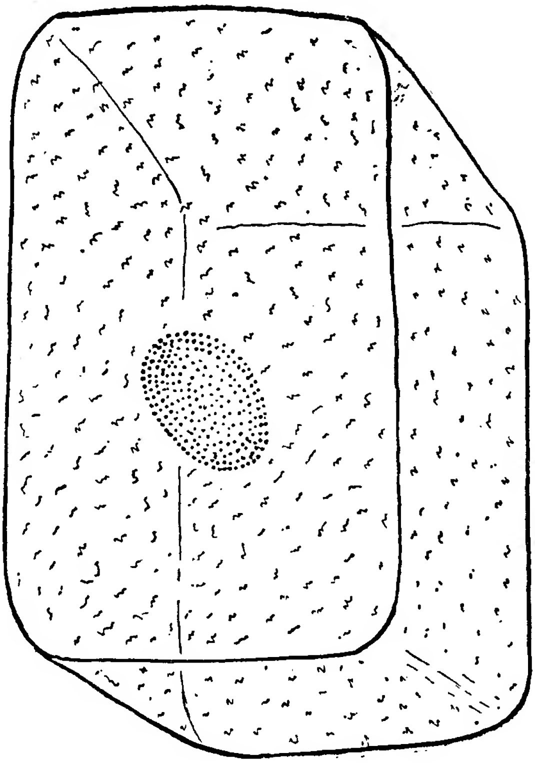
انها جميعا تتكاثر ، وهى جميعا تستجيب للمؤثرات ، وهى جميعا تتغذى وتحرق الغذاء للحصول على الطاقة ، أو تحوله الى مادة حية لكى تنمو ، وهى جميعا تستطيع أن تتخلص من فضلاتها • وسوف تحاول أن تدرس بعض هذه الخواص للكائنات الحية :

التكاثر : ينشر عفن الخبز جراثيمه بنجاح كبير ، حتى ان أية قطعة من الخبز تتعرض للهواء فى أى جزء على سطح الأرض تقريبا تغزوها هذه الجراثيم التناسلية ، التى اذا توافرت لها الظروف المناسبة كونت أجساما فطرية قطنية جديدة . والبكتيريا تتكاثر بسرعة كبيرة ، حتى ان الواحد منها يصير فى مدى يوم واحد ملايين الأفراد • وشجرة البلوط تنتج ملايين البذور التى يمكن أن تعطى كل منها شجرة جديدة • وأنثى المحار تعطى

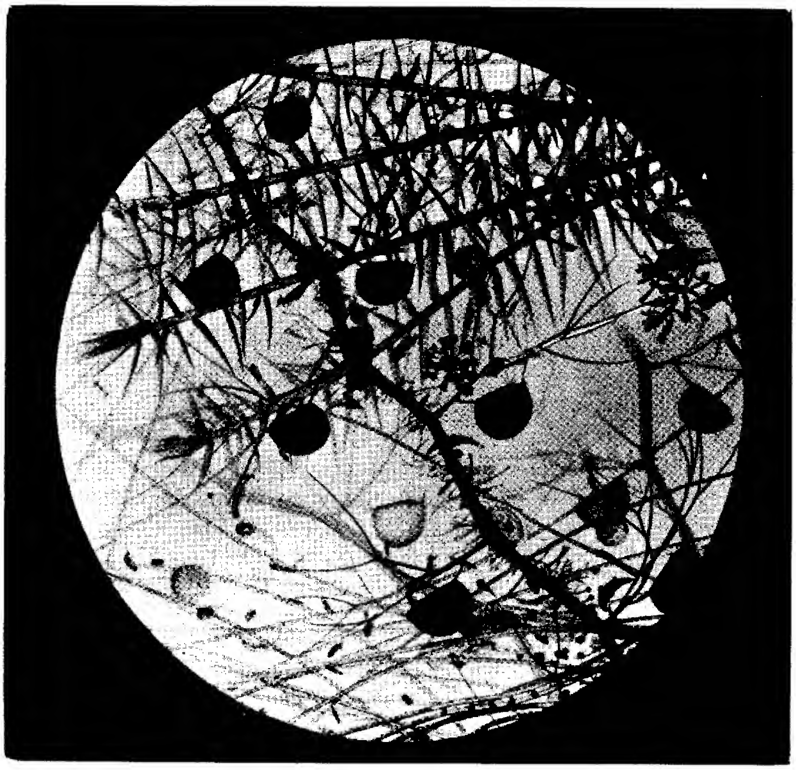
كل موسم تسعة ملايين بيضة • وأنثى الذبابة المنزلية تضع فى كل مرة ما يبلغ ستمائة بيضة • فالذبابة التى تكون واحدة فى شهر ابريل يمكن أن يصل عدد ذريتها الى خمسة ونصف تريليون ذبابة فى شهر سبتمبر ، اذا عاشت جميع ذريتها •

الحساسية : الكائن الحى حساس • فهو يستجيب للقوى الخارجية أو المثيرات • فأوراق نبات الجيرانيوم النامية فى أصيص على قاعدة النافذة تستجيب لأشعة الشمس بالانحناء نحو الضوء • والفلاح الذى يبذر الحب لا يفحص كل حبة لكى يتأكد من أنه يضعها فى الأرض بحيث يتجه جذيرها الى أسفل ، ومع ذلك فان كل حبة نابتة تكون جذورا تتجه فى التربة الى أسفل • فالجذور تستجيب للجاذبية ، كما أن السوق تستجيب لها بطريقة عكسية ، اذ أنها تتجه الى أعلى بعيدا عن سطح الأرض • وكلب الصيد المتدرب ينقض على الطيور التى أصابها الصيد فيستخرجها من بين مايغطيها من المواد ، يقوده فى ذلك حاسة الشم التى تبلغ منتهى الحساسية لديه• والصقر يبصر فريسته وينقض عليها بسرعة قد تصل الى ٨٠ ميلا فى الساعة •

احتراق الطعام : يتغذى كل من النبات والحيوان ، ولكن طرق التغذية تختلف اختلافا كبيرا ، لذلك يحسن تأجيل مناقشتها الى مابعد ، حيث سوف ندرسها على حدة وتستخدم جميع الكائنات الحية الغذاء كوقود « لآلاتها » ، فاحتراق الغذاء يعطى الطاقة التى تمكن البذور الدقيقة من أن تشق طريقها خلال التربة ، بل تمكنها من فلق الصخور ، كما يعطى الطاقة التى تمكن القندس من قرض الأشجار وبناء السدود • وتؤثر الطاقة المشتقة من الطعام فى خلايا المخ فتعين المهندس على تصميم طائرة نفاثة تخترق الحاجز الصوتى •



الحلية ، لبنة الحياة ، وهى مجهرية فى حجمها ، وتتكون من البروتوبلازم الحى • وتتكون الخلية المعتادة من نواة كرية يحيط بها سيتوبلازم يتحرك محدثا مايشبه التيار ، ويغطيها غشاء خلوى رقيق • وللخلايا النباتية فوق ذلك جدار خلوى واق خارج هذا الغشاء • وتتكاثر الخلايا بانقسام كل منها الى خليتين ثم تنمو كل منهما حتى تصل الى الحجم المعتاد عن طريق تحويل الغذاء الى بروتوبلازم واستعدادها لكى تنقسم بدورها مرة أخرى •



ان فحص قطرة من ماء المستنقع تح
المجهر يكشف عن عالم من النباتات والحيوا
الدقيقة . ويصور هذا النموذج الزجاجى
المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى ذلك ببراء

النمو : النمو من خواص الكائنات الحية . فبذرة البلوط تصير شجرة بلوط باسقة . وشجرة البامبو فى الغابات الاستوائية قد تنمو بمعدل قدم فى الليلة الواحدة . والفرخ الصغير الذى لا يزيد وزنه على بعض أوقيات يصير دجاجة نامية يصل وزنها الى ستة أو سبعة أرطال . والطفل الصغير الذى يزن عند ولادته نحو سبعة أرطال يصير شخصا يافعا يصل وزنه الى نحو ١٤٠ رطلا أو أكثر . فمن أين تأتى هذه الزيادة ؟ ان جزء من الطعام الذى يتناوله الكائن الحى يتحول الى مادة حية ، تسمى البروتوبلازم . وعلى ذلك فان النمو معناه الزيادة فى هذه المادة الكيموية التى تقوم عليها الحياة . وفى النبات أو الحيوان يوجد البروتوبلازم فى وحدات بنائية مستقلة أو خلايا. وعندما ينمو الكائن الحى ويكون مزيدا من البروتوبلازم من الغذاء الذى يستهلكه ، فانه يزيد أيضا فى عدد الخلايا التى يتكون منها .

ويتم أسرع النمو فى الثدييات فى المراحل الأولى من حياتها . فطفل الانسان قد يضاعف وزنه فى الأشهر الستة الأولى من حياته ، ثم لا ينمو بهذا المعدل من السرعة بعد ذلك .

أما الشجرة فتستمر فى نموها فى الحجم فتضيف فى كل سنة حلقة جديدة أو طبقة جديدة من الخشب . وبعض الحيوانات مثل أبو جلمبو تنمو أيضا مادامت على قيد الحياة .

الحصول على الأوكسجين : تموت جميع الكائنات الحية من حيوان أو نبات اذا حرمت من الأوكسجين ؛ فالأوكسجين لازم لتأكد الطعام أو احتراقه ، مما يهيىء الطاقة اللازمة لجميع أنواع النشاط الحيوى . وقد تحب أن تقرأ ، حول هذا الموضوع الجزء الذى عنوانه : « النار تحتاج الى الأوكسجين » فى « فصل ١٧ أ » . فجميع الكائنات الحية ابتداء من البكتيريا المجهرية الى الأشجار الضخمة بالغابات تحتاج الى الأوكسجين . ومع ذلك فان جميع الكائنات الحية لاتحصل على الأوكسجين مباشرة من الجو ؛ اذ أن بعضها كالأسماك وأبو جلمبو والحيوانات الصدفية وغيرها من الأحياء المائية تستخلص الأوكسجين من الهواء الذائب فى الماء الذى تعيش فيه . وتستطيع أن ترى هذا الهواء اذا تركت كوبا من الماء البارد فى غرفة دافئة بضع ساعات ، فسوف تتكون فقاعات من الهواء على جوانب الزجاج . والحيوانات التى ذكرناها لها أعضاء خاصة مثل الخياشيم ، لاستخلاص الأوكسجين الذائب من الهواء . والحيوانات ذات الدم الحار كالطيور

والثديات تعد أكثر الحيوانات احتياجا للأوكسجين؛ اذ أن عليها أن تنتج الحرارة بصورة مستمرة لكى تحافظ على درجات الحرارة المعتادة لاجسامها • ويكون استهلاك الأوكسجين مرتفعا جدا فى الطيور الصغيرة ، كالطيور ، ذات الهدير ، التى تكون درجة حرارة أجسامها المعتادة ١٣٠ درجة فهرنهيت •

التخلص من الفضلات : لابد أن يكون الكائن الحى جهازا قادرا على طرد الفضلات • ففضلات الكائن الحى تكون عادة سامة له • ولكى يعيش الكائن الحى لابد أن يخلص نفسه من هذه الفضلات. فالحيوانات البسيطة مثل البرتوزوا وحيدة الخلية التى تعيش فى الماء تتخلص من فضلاتها السائلة ببساطة عن طريق الأغشية التى تغطيها • أما فى الحيوانات المعقدة ، فان الكلى والجلد والرئات (أو الخياشيم) تقوم بهذه الوظيفة الحيوية لطرد الفضلات السائلة والغازية والتى تتضمن الماء والأملاح والبولينا وثانى أكسيد الكربون • أما الفضلات الصلبة فتخرج من فتحة فى نهاية القناة الهضمية •

إحصاء الكائنات الحية

يعدد عالم تنسيق الأجناس وتسميتها ، (وهو العالم الذى يدرس شجرة الحياة للكائنات الحية ، مايقرب من مليون ونصف مليون من أنواع الكائنات الحية فى سجله • ومعظمها كائنات صغيرة يندر أن يلاحظها الشخص العادى • ويضم قسم الحشرات أكبر رقم من الأنواع ، فقد بلغ عدد الأنواع التى تم وصفها وتسميتها حتى الآن نحو ٧٠٠ر٠٠٠ نوع • وتكشف الأنواع الجديدة من الحشرات بمعدل ألفى نوع سنويا تقريبا •

والقسمان الكبيران من الكائنات الحية هما النباتات والحيوانات • وهذان القسمان — وهما المملكة النباتية والمملكة الحيوانية — وينقسمان بدورهما الى أقسام كبيرة تسمى الرتب phyla وتسمى أحيانا الفرق أو الطوائف • وسوف ندرس فيما يلى كلا من هاتين المملكتين ورتبها الرئيسية .

وقد يفيدك فى هذه المناسبة أن تعيد قراءة الفصل السادس « أ » الذى يتناول تطور الكائنات المختلفة •

المملكة النباتية

أبسط النباتات : تشمل المملكة النباتية جميع النباتات المعروفة كما تشمل كثيرا من النباتات الغريبة التى لا يعرفها الشخص العادى • فالقسم الأول أو الرتبة الأولى ، وهى النباتات الثالوسية تضم أبسط أنواع النباتات • فليس لهذه النباتات جذور حقيقية أو سيقان أو أوراق • وهى تضم الأعشاب البحرية وريم المستنقعات ونباتات عيش الغراب والفطريات والبكتيريا والخميرة . وقد تم تعرف مايزيد على ٨٥ر٠٠٠ نوع مختلف من النباتات الثالوسية •

وتنقسم النباتات الثالوسية الى قسمين كبيرين : يحتوى أحدهما على الكلوروفيل ، ويضم الآخر النباتات الخالية من الكلوروفيل • وسوف نوضح الدور الهام الذى يقوم به الكلوروفيل فى حياة النبات فى القسم الذى عنوانه : « مصنع الغذاء للأرض » من هذا الفصل •

والنباتات التى تحتوى على الكلوروفيل تسمى الطحالب • والمادة الخضراء التى تلاحظ نامية على جوانب الأحواض المائية المعتادة تحتوى على ملايين من هذه النباتات البسيطة ، وبحر سارجوسو بالمنطقة الاستوائية بوسط الأطلسى — الذى خشيه الملاحون قديما بسبب خرافة جنيات البحر التى يقال انها تسكنه — ملء بالأعشاب البحرية التى هى نوع من الطحالب •

والنباتات الثالوسية الخالية من الكلوروفيل هى الفطريات ، ومن بينها البكتيريا والعفن ونباتات عيش الغراب ونباتات الخميرة ومرض العنب (البياض) وبعض النباتات التى تسبب بعض أمراض النباتات كالصدأ والسوس والآفة وبسبب انعدام الكلوروفيل فيها ، فان الفطريات ، بخلاف

الطحالب تعجز عن تركيب غذائها من المواد البسيطة التى فى بيئتها • وهى بدلا من ذلك تعتمد الى حد كبير على الكائنات الحية أو الكائنات التى كانت حية فى وقت من الأوقات لكى تستمد منها غذاءها . فبعض البكتيريا مثلا تعيش متطفلة على النباتات والحيوانات مسببة لها الأمراض • والبكتيريا ذات فائدة كبيرة أيضا للكائنات الحية • فكل نبات وحيوان يعد مخزنا لمواد كيموية قيمة • واذا بقيت هـــذه المواد حبيسة داخل أجسام الكائنات بعد موتها • فان كمية هذه المواد اللازمة للحياة سوف تقل بعد وقت وجيز • وتسبب البكتيريا تعطن أو تحلل النباتات والحيوانات الميتة ، وبذلك تعيد الى التربة تلك المواد الكيموية ذات الأهمية البالغة • هذه الكيمويات ، كالأزوتات مثلا ، يمكن استخدامها مرة أخرى بوســـاطة النبـــاتات الخضراء ، ثم بالحيوانات •

ونباتات الخميرة ، مثل نباتات البكتيريا ، نباتات مجهرية وحيدة الخلية • وتســبب بعض أنواع الخميرة تغيرا كيمويا فى السكر ، فتجعله يتحلل الى كحول وغاز ثانى أوكسيد الكربون • وقد استفاد الانسان عمليا من هذه الظاهرة ؛ فالخميرة تحول السكر فى عصير العنب الى كحول مكونة الخمور • وفى صــناعة الخبز يرفع ثانى أوكسيد الكربون الذى يتكون نتيجة لعمل نباتات الخميرة الحية العجين ، وبذلك يساعد على انتاج خبز خفيف حسن المذاق •

وقد اكتســبت نبــاتات العفن فى الوقت الحاضر مزيدا من الأهمية ؛ فقــد وجــد أن لمستخلصاتها فائدة فى محاربة البكتيريا الضارة بالانسان • وليس البنســلين والستربتومايسين والنيومايســين الا قليـــلا من كثير من المضادات الحيوية ــ كما تسمى هذه المواد ــ التى استخرجها الانسان من أنواع خاصة من الفطر •

نباتات الأوشنة Mosses **أو الطحالب :** ان الرتبة الثانيـــة من النباتات هى الطحالب • وتحتوى جميع أعضاء هذا القسم على الكلوروفيل. وليس للطحالب جذور حقيقية ، أو سيقان ، أو أوراق كتلك التى توجد فى النباتات الزهرية التى هى أكثر منها تعقيـدا • وحجم هـــذه النباتات محدود بصورة بالغة ، بسبب افتقارها الى جهاز توصـيل من الأنابيب التى تقـوم بتوزيع الغذاء والماء والمواد المعدنية • وهذه الأنابيب التى توجد فى النباتات الراقية لازمة لحمل المواد الحيوية الى مسافات بعيدة عن التربة ، ولذلك فمن النادر أن نجد نباتا طحلبيا يزيد ارتفاعه على قدم واحدة •

السرخسيات Ferns : السرخسيات هى أولى النباتات ذات الجـذور والســيقان والأوراق النامية ، ويوجــد بها جهاز توصيل ممتاز من الأنابيب ، وهو يمكنها من النمو الى أحجام ضخمة• وقد وصف العصر الذهبى للسرخسيات فى عصور الحيــاة الأولى على الأرض فى الفصل السادس (أ) ففى العصر الكربونى ، كانت السرخسيات أكثر أنواع النباتات رقيا على سطح الأرض ، فكانت تشـــبه فى أحجامها نباتات الغابات فى عصرنا الحاضر • وتتكاثر السرخســيات بالجراثيم • فاذا قلبت احدى الأوراق السرخسية ، فسوف تلاحظ غالبا بعض البقع السوداء التى تحتوى على الأكياس الجرثومية التى يحتوى كل منها على عدد كبير من الجراثيم الدقيقة •

النباتات البذرية : النباتات البذرية أكثـر أنواع النباتات تعقيدا.وهى تضم جميع الأعشاب، الشــائعة والأشجار • والاختــلاف فى تركيب بذورها هــو الذى يتخذ أساسا لتقسيمها الى قسمين كبيرين •

فالنباتات التى لا تكون بذورها داخل مبيض تكون قسما يضم النباتات الصنوبرية مثل نباتات الصـنوبر والشــيكران hemlock والتنــوب الفضى والخشب الأحمر.ومن بين أفراد هذا القسم مايعد أضخم النباتات الأرضية الموجودة اليوم على سطح الأرض ، وأقدمها • ولقد كان يظن أن هذا النبات هو شجر الخشب الأحمر ، ولـكن المعتقد



السرخسيات والأشجار الظاهرة فى هذا الجزء من الغابة تمثل نوعين من النباتات التى جاء وصفها فى الكتاب ٠

الآن أن شجرة التيول الكبيرة Tule الموجودة فى المكسيك هى صاحبة هذا الشرق ؛ اذ يبلغ عمرها مالا يقل عن خمسة آلاف سنة ، ويبلغ قطر جذعها خمسين قدما ٠

أما القسم الكبير الآخر من النباتات البذرية فهى مغطاة البذور ، وهى النباتات الزهرية التى تضم القمح ، والرز ، والذرة ، والبازلاء ، والتفاح ، والبرتقال ، والقطن ٠

ويعتمد الانسان على المنتجات التى يحصل عليها من النباتات البذرية ٠ فمن هذا القسم اختار الانسان قديما تلك النباتات ذات الخواص النافعة لزراعتها ويشتق جزء كبير من غذاء الانسان من البذور ، وبخاصة الحبوب ٠ فمن الحبوب المطحونة نحصل على الدقيق الذى يستخدم فى صناعة الخبز ٠ وتصنع ملابس الانسان من كثير من الألياف النباتية مثل القطن والتيل ٠ وعندما يمرض الانسان فانه غالبا ما يعالج نفسه بمواد مستخلصة من النباتات ٠ وبرغم أن علماء الكيمياء الحديثة يستطيعون أن يركبوا صناعيا كثيرا من العقاقير فلا يزال الانسان يعتمد على النباتات فى الحصول على بعض العقاقير ذات القيمة الحيوية ، مثل الديجيتالس digitalis الذى يستخدم لتنظيم عمل القلب ، والأفيون ومشتقاته للتخفيف من الألم ، والكوكايين ومشتقاته للتخدير ، وتقوم الصناعة الحديثة للبلاستيك على استخدام السليلوز الذى يستعمله كل نبات كغطاء حول خلاياه ، والذى يعد المادة الخام لمنتجات مثل الحرير الصناعى والعجائن السليلوزية ٠

وينبغى ألا ننسى هنا القيمة الجمالية للنباتات الزهرية ، فهى تغدق جانبا من الجمال على حياتنا اليومية ٠

المملكة الحيوانية

ان عدد الأنواع فى المملكة الحيوانية يفوق بكثير عددها فى عالم النباتات ٠ وسوف لا نتطرق الى التفاصيل الدقيقة للأقسام الحيوانية ، ولكننا سوف نحدد بعض الأقسام الرئيسية.أن مايطلق



هذه صورة حقيقية مأخوذة من خـلال المجهر لأميبا حية · وهـذا الحيوان البسيط ذو الخلية الواحدة يغير من شكله عندما يتحرك ويتغذى عن طريق احاطة جسمه بغذائه ·

عليـه اسم الحيوان فى الأحاديث المعتادة ، يكون غالبا واحدا من ذوات الأربع من الحيوانات الثديية ذات الفراء ، كالشـاة ، والكلب ، والحصـان ، والبقرة · وتلك ببساطة هى أكثر الحيوانات التى تألفها · وهناك كائنات عديدة أخرى يطلق عليها اسم الحيـوانات · ونلاحظ مبدئيا أن الحيوانات تنقسم الى قسمين : قسم به عمود فقرى ، وقسم ليس به عمود فقرى ؛ أما الحيوانات التى ليس لها عمود فقرى فتسمى اللافقاريات ، وأما تلك التى لها عمود فقرى فتسمى الفقاريات أو الحيوانات الفقرية · وتظهر الفقاريات بصورة كبـيرة فى عقولنا لأنها حيوانات مألوفة ، وهى فى الغالب كبيرة الحجم واضحة · ولكن الواقع أن الحيوانات الفقارية لا تكون الا ٥٪ من الحيوانات المختلفة ، أما ال ٩٥٪ الباقية فهى من اللافقاريات ·

الحيوانات الأولية (البروتوزوا) : ان أبسط الحيوانات اللافقارية هى الحيوانات وحيدة الخلية

الأولى » وهى صغيرة بحيث لا يمـكن مشاهدتها بالعين المجردة ، على ذلك فانه لا عجب اذا تأخر اكتشافها حتى اكتمل الميكروسكوب · ولقد كان التى تسمى بالبروتوزوا ، ومعناها « الحيـوانات آنتونى فان لون هوك ، صانع العدسات الهولندى فى القرن السابع عشر ومخترع الميكروسكوب ،

أول من شاهد البروتوزوا ، ولقد سماها الحيوانات الصـغيرة ، وهى صـغيرة بالفعل وتختلف آلاف الأنواع التى درست منها منذ ذلك اليوم اختلافا عجيبا فيما بينها · فبعضها ليس له شكل ثابت ، وبه قليل من الأجزاء · ومن أمثلة هـــذا النوع الاميبا التى تدرس اليـــوم على نطاق واسع فى دروس الأحياء بالمدارس الثانوية (انظر الصـــورة الفوتوغرافيـــة) · والبعض الآخر له تركيبات معقدة ، من بينها نتوءات تشبه الشعر أو الأسواط تستخدمها هـذه الحيوانات فى الحركة · ويعيش معظم هذه الحيوانات معيشة استقلالية ، ولـــكن بعضها طفيلى ·

الحيوانات الاسفنجية : الحيوانات الاسفنجية هى القسـم الأول من الحيوانات عديدة الخـلايا · وليست أجسامها ذات الشكل الكيسى الا مسالك مائية حية · فتيارات الماء تدخل خـلال الفتحات المجهرية التى تغطى جميع سطح أجسامها · ثم يحتفظ الحيـوان بجزيئات الطعام الدقيقة التى يفصلها عن الماء ، ثم يطرد الماء بعد ذلك من فتحة كبيرة فى أحد طرفى جسمه · والاسفنج الطبيعى الذى يسـتخدم فى المنازل فى الصـــناعة هـــو الهياكل الجافة النظيفة للحيوانات الاسفنجية ·

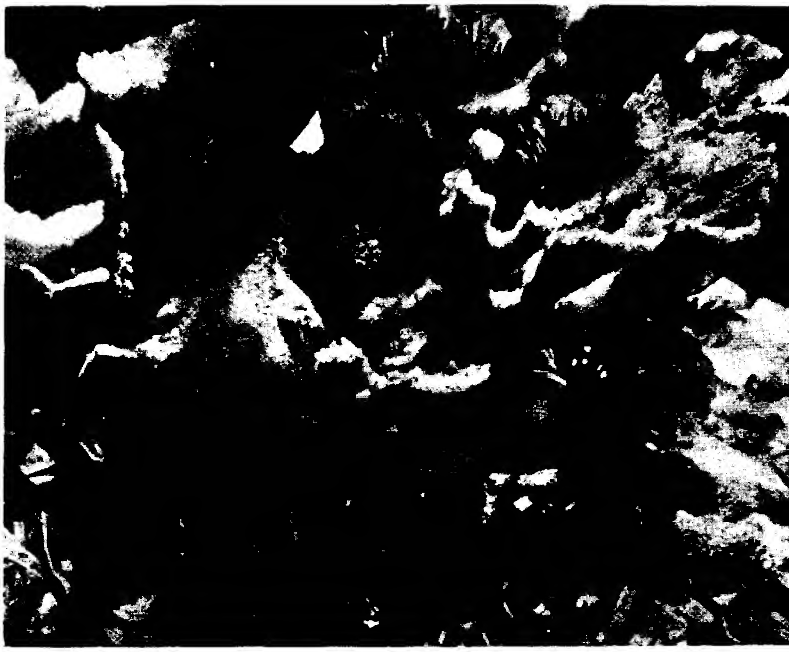
ويظهر فى الحيــــوانات الاسـفنجية بداية التخصص فى الخلايا ، فهنالك خلايا خاصة تقـوم بعملية التغذية ، ثم ترسل الغذاء الى خلايا أخرى تختص فى الحمــاية أو الوظائف العضـــلية أو التكاثر .

الحيـوانات المرجانيـة وأقاربها : يحيــط « الحاجز المرجانى العظيم » الشهير بقارة استراليا ويقع على مسافة منها . وقد تكون هــذا الحاجز نتيجة النمو الهائل لحيوان المرجان ، الذى هــو أحد أعضاء الحيوانات الجوفمعوية . ويبنى الحاجز من هياكل آلاف الأجيال من الحيوانات المرجانيـة التى عاشت ثم ماتت فى البحار الدافئة . وتتكون الحيوانات المرجانية وأقاربها مثل الأسماك الهلامية من طبقتين متميزتين من الخلايا ، ولكن هنالك من التنسيق بين هــذه الخلايا أكثر مما يشاهد فى الحيوانات الاسفنجية . كما أن للحيوانات المرجانية أجـزاء تختص بالتغذية ، وبالحركة ، وبالهضم ، وبالتكاثر .

الديدان : تضـم الديدان فى الواقـع ثلاث فصائل من الحيوانات ؛ وهى الديدان المفلطحة ، والديدان الأسطوانية ، والديدان المقسمة . ومعظم الناس لا يعرفون الا الديدان المقسمة مثل الدودة الأرضية ، والدودة الرملية . وهى الديدان التى يبحث عنها الصيادون . ومعظم الديدان الأخرى تعيش معيشـــة طفيلية على حساب غيرها . ومن أمثلة الديدان المفلطحة الطفيلية: الدودة الشريطية التى تصيب الانسان .

والديدان الأسطوانية منتشرة انتشارا كبيرا على سطح الأرض . واذا أخـذنا حفنة من تربة الحديقة فاننا نجدها غاصة بملايين منها . وبعض الديدان الأسطوانية يعيش متطفلا على الحيوانات . وتعد ديدان الانكلستوما من أكثر هـذه الديدان أهمية فى الولايات المتحدة . والاسم العلمى لهذه الديدان يكشف عن الدور الذى تقـوم به ، فهى تسمى Necator americanus ومعناها قاتل الأمريكيين . فهذه الديدان تعد سفاح الولايات الجنوبية . وهى تدخل الى الجسم من التربة عن طريق ماتحدثه من الثقوب بأعقاب الأقدام . ثم تشق طريقها الى الأمعـاء الصــغيرة حيث تثبت أنفســها وتتغذى وتتكاثر . ثم يمر البيض مع الفضلات ويكون الديدان .

ومن أمثلة الديدان المقسمة دودة الأرض . وهى تشــق طريقها فى التـربة نتيجة لابتلاعها



يضم هــذا المنظر البحرى بعض الأشياء التى يختلف بعضها عن بعض اختلافا كبيرا . ان السمكة الفقرية النشيطة وهى زرقاء مخططة تســبح بجوار التكوينات المرجانيـــة عديمة الفقرات والمثبتة بقاع بيتهـا . وللسمكة هيكل داخلى مرن ، ويتميز المرجان بهيكل خارجى غير متحرك .

لحبيبات التربة وقيامها بهضم مابها من المواد النباتية والحيوانية • وهى بذلك تؤدى فائدة كبيرة للزراعة ، وعن طريق ماتحدثه فى التربة من الأنفاق ، ترفع الطبقات السفلى من التربة ، وهى الطبقات الغنية بالمعادن الى الأجزاء العليا ، فتهيىء بذلك للنبات الوسيلة للافادة من هذه المعادن • كما أن تغلغل الديدان فى التربة يجعلها مسامية ، وبذلك يتيسر للماء والهواء اللازمين لحياة النبات أن يتغلغلا خلال التربة ويصلا الى جذور النباتات. ولقد كان شارل داروين من أول العلماء الذين أشاروا الى فائدة دودة الأرض ، فلقد قدر داروين أن ديدان الأرض تجلب ثمانية عشر طنا من التربة الى سطح الأرض سنويا فى كل فدان •

الحيوانات الصدفية : تعد الحيوانات الصدفية ثانى الفصائل الكبرى فى الحيوانات اللافقارية • فلقد جعلتها أجسامها الكبيرة الطرية اللحمية مصدرا هاما من مصادر الغذاء للانسان • ومن الحيوانات الصدفية الشهيرة أم الخلول ، والقواقع، والحيوانات الأخطبوطية • ومن الحيوانات الصدفية التى تتكون صدفتها من جزء واحد القواقع والرضفة Conches وغيرها • ويجمع كثير من الناس الأصداف الملونة لهذه الحيوانات ويستخدمونها للزينة • بعضها يستخدم فى عمل المجوهرات والحلى • أما الحيوانات الصدفية ذات الصدفتين فمن أمثلتها أم الخلول ، والسكالوب ، والمحار • وفى المحار تتكون اللآلىء الغالية . فعندما يصل جسم غريب الى داخل أجسامها ، فان الحيوان الصدفى المتهيج يفرز مادة لؤلؤية حول هذا الجسم الغريب • ولقد استغل الانسان هذا التفاعل فى عمل اللآلىء الصناعية ؛ اذ توضع حبة رملية أو جسم غريب آخر تحت الصدفة ، وعندئذ تأخذ المحارة فى عمل لؤلؤة حول هذا الجسم • ويضم القسم الثالث من الحيوانات الصدفية حيوان النوتيلس nautilus والأخطبوط • وتلك هى الحيوانات الأصلية التى تتحرك بطريقة نفاثة • فهى غالبا ماتتحرك عن طريق أخذها للماء ثم اخراجه بقوة الى الوراء خلال أنبوبة ضيقة أو قمع • مما يدفعها بسرعة فى الاتجاه المضاد لاتجاه اندفاع الماء • وهى تستطيع أن تغير من اتجاهها فى الماء عن طريق توجيه القمع فى اتجاهات مختلفة والأخطبوط من أكبر الحيوانات • فبعض الأخطبوطات الكبيرة يصل طولها الى أكثر من ٥٠ قدما ويحتمل أن تكون هذه الحيوانات هى أصل الخرافة القديمة عن جنية البحر •

اللافقاريات ذات الأرجل المفصلية : يشتمل هذا القسم على أكبر عدد من الأنواع المختلفة من الحيوانات فى المملكة الحيوانية • ولجميع الحيوانات المفصلية هيكل خارجى وأرجل مفصلية • ويضم هذا القسم أربع فصائل هامة هى :

* **الحيوانات القشرية** : وتضم الجمبرى وأبو جلمبو وسرطان البحر • وتتنفس هذه الحيوانات ، الا فى حالات شاذة قليلة ، عن طريق الخياشيم ، ويعيش معظمها فى البحار • ويختلف حجمها براغيث البحر المجهرية ، الى سرطان البحر الأمريكى الذى يصل وزنه الى خمسة وثلاثين رطلا ، الى أبو جلمبو اليابانى العنكبوتى الذى يصل طول مابين نهاية جسمه الى نهاية طرفيه الأماميين عشرين قدما • ويعد هذا القسم مصدرا هاما من مصادر غذاء الانسان •

* **الحيوانات ذات المائة القدم والألف القدم** : لهذه الحيوانات عدد كبير من الأرجل • ولكنه لا يبلغ المئات أو الآلاف كما يدل على ذلك اسمها ، بل هو بضع عشرات ؛ ففى ذوات المائة قدم يوجد زوج من الأرجل متصلا بكل قطعة من الجسم ، ويوجد زوجان من الأرجل فى كل قطعة من قطع الحيوانات ذات الألف القدم •

* **الحيوانات العنكبوتية** : ولها أربعة أزواج من الأرجل ، وهى غالبا تتنفس تنفسا هوائيا • ويضم هذا القسم الذى يسمى الأراكنيدا بالاضافة الى العناكب ، العقارب والقراد والعثة • ويعد أبو جلمبو الذى يشبه حدوة الحصان من حيوانات هذه الفصيلة ، وهو من أقرباء حيوانات التريلوبتس

التى أشرنا اليها فى الفصل السادس (أ) ٠

الحشرات : ولها ثلاثة أزواج من الأرجل ٠ وهى أكبر الأقسام فى المملكة الحيوانية ؛ اذ يوجد منها كما ذكرنا من قبل ٧٠٠ر٠٠٠ نوع ، ويوجد من الفراشات وحدها ١١٢ر٠٠٠ نوع معروف ! تنتشر الحشرات على جميع بقاع سطح الأرض ، وتلائم أنفسها لمجموعة عجيبة من الظروف البيئية المختلفة ٠ فهى تعيش فى المناطق المتجمدة والاستوائية ، وفى الصحارى والغابات المطيرة ، وفى البرارى وفوق قمم الجبال ٠ وهى من آكلات اللحوم والنباتات ٠ وبعض النمل يزرع حدائق من الفطريات فى أنفاقه تحت الأرض ، وبذلك يمد نفسه بالغذاء ٠ والنمل الأبيض يأكل الخشب ، والبعوض يمتص دم الحيوانات الثديية ٠ وتعيش اليرقات الصغيرة لنوع من الذبابات فى القناة الهضمية للحصان ٠ وثاقب القمح يتلف غذاء الانسان وهو لا يزال ينمو فى حقله ٠ وعثة الملابس تتلف ملابس الانسان ، والنمل الأبيض يتلف مسكن الانسان ٠ وبعوضة الأنوفيلس تحمل الحيوان الأولى الذى يسبب مرض الملاريا ٠ ولكن هنالك بعض الحشرات المفيدة للانسان ٠ فالنحل الذى يحمل حبوب اللقاح من زهرة الى أخرى يعد لازما للزراعة ٠ وبعض الحشرات تساعد فى السيطرة على الحشرات الضارة ٠ ومن أمثلة هذا النوع من الحشرات حشرات مانتيس التى تعرف بفرس النبى الصغير . وهى تلتهم الذباب والبعوض ٠

نجم البحر : يعد نجم البحر مثالا للحيوانات ذات الجلد الشوكى ٠ وتعيش جميع نجوم البحر وأقاربها فى المحيط ٠ وبرغم اسمها ، فان نجم البحر ليس من الأسماك ٠ فقرابته الى الأسماك لا تزيد على قرابة الأسماك الصدفية كالمحار وأم الخلول والأسماك . وفضلا عن جلدها الشوكى، فان نجوم البحر تلفت الأنظار بما فى أجسامها من جهاز الأنابيب المائية ٠ فالماء يسحب الى فتحة بالجسم ثم يضغط بقوة خلال آلاف من الأسطوانات الصغيرة التى تسمى الأقدام الأنبوبية مما يجعلها تبرز من الأذرع ٠ ولهذه الأقدام ممصات فى أطرافها ٠ ويتصل كل قدم أنبوبى بانتفاخ داخل الحيوان ٠ فعندما يتمدد الانتفاخ ينسحب الماء من القدم اليه ، بنفس الطريقة التى يرتفع بها الماء داخل القطارة ٠ فاذا كانت القدم ملامسة لأحد الأجسام الصلبة عندما يحدث ذلك ، فان القدم تقوم بعمل الممص ٠ ثم تنقبض العضلات الطولية التى بالأنبوبة فتشد الحيوان ٠ ويتحرك نجم البحر من مكان الى آخر بتثبيت أقدامه الأنبوبية على السطح الذى يتحرك فوقه ثم ارخائها ٠ وتساعد الأقدام الأنبوبية كذلك فى عملية التغذية ٠ فنجم البحر يتغذى على الحيوانات ذات الصدفتين مثل أم الخلول والمحار والسكالوب ٠

الحيوانات الفقارية : تعد الحيوانات الفقارية أرقى الحيوانات ٠ وهى تتميز بهيكلها العظمى الداخلى ٠ وتوجد خمسة أقسام مختلفة من الحيوانات الفقرية ؛ وهى : الأسماك ، والبرمائيات، والزواحف ، والطيور ، والثدييات ، وسوف نعالجها هنا بايجاز ؛ اذ أننا سوف نشير اليها كثيرا فى الجزء الأخير من هذا الفصل وفى الفصول الثلاثة التالية ٠ فالأسماك لها جلد قشرى وقلب ذو غرفتين ، وهى تتنفس بالخياشيم ، وتضع بيضا خاليا من القشرة ، وهى من ذوات الدم البارد ٠ والحيوان ذو الدم البارد هو ذلك الذى لا يحتفظ جسمه بدرجة حرارة ثابتة ؛ فدرجة حرارته تتماثل تقريبا مع درجة حرارة بيئته ٠ وتعد الأسماك والبرمائيات والزواحف من ذوات الدم البارد ٠ والحيوانات ذات الدم البارد تكون بطيئة، وهى غالبا ماتبيت بياتا شتويا عندما تهبط درجة الحرارة ٠ أما الطيور والثدييات فمن ذوات الدم الحار ؛ فهى تحتفظ بدرجة حرارة أجسامها ثابتة فى جميع الأوقات ، مما يمكن هذه الحيوانات من عدم التأثر نسبيا بالظروف الخارجية ، ولذلك فانها تبقى نشطة فى الأجواء ذات البرودة الشديدة.

والبرمائيات تشمل الضفادع والسلمندر ٠

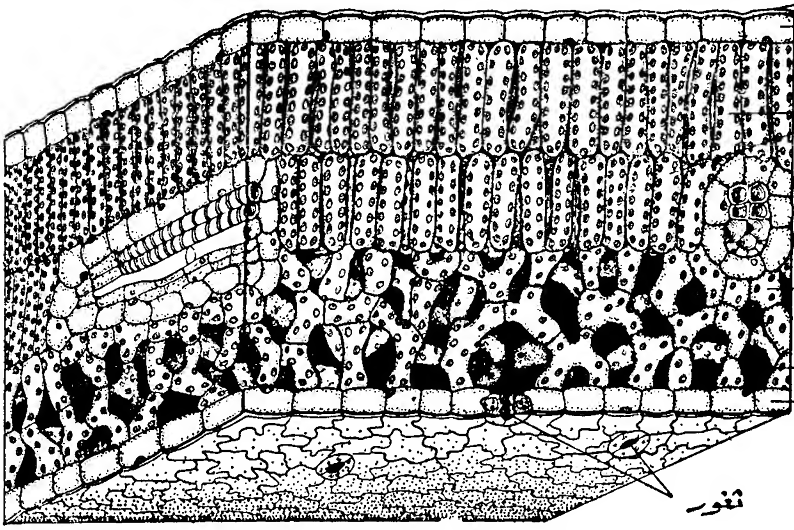
وفى معظم الأحيان تقضى هذه الحيوانات جزءا من حياتها فى الماء ، وجزءا على سطح الأرض . وتتنفس صغار الضفادع أو « أبو ذنيبة » بالخياشيم • ولكن الحيوانات اليافعة تتنفس بالرئات وبالجلد الرطب • والقلب فى البرمائيات ذو ثلاث غرف • وللبرمائيات جلد وطب . وهى تضع البيض ، وهى من ذوات الدم البارد • ويتغذى الانسان على بعضها ، وكثيرا منها مفيد ، لأنها تتغذى أساسا على الحشرات • وبعضها مثل سمندل الغرين mudpuppies لا تبرح الماء أبدا ، وبعضها كالضفدعة يقسم وقته بين الماء واليابسة ، والبعض كالضفدعة والسلمندر يقضى معظم حياته اليافعة على الأرض • ولكنها جميعا تتزاوج فى الماء وتخرج صغار جميع البرمائيات فى الماء •

وتتنفس الزواحف بالرئات ، ولها قلب يتكون من ثلاث أو أربع غرف ، ولها جلد حرشوف، وهى تضع بيضا له قشرة جلدية ، وهى من ذوات الدم البارد . ومن أمثلة الزواحف الثعابين والعظايا « السحالى » والتماسيح والسلاحف • ويأكل الانسان بعض هذه الأنواع ، ويستفيد بجلد بعضها الآخر أو من قشورها • وبعض الزواحف ــ وبخاصة الثعابين ــ تفرز السم الذى تستخدمه ضد فريستها • والثعابين السامة فى الولايات المتحدة هى المرجان وذو الرأس النحاسى وموكاسان الماء والحية ذات الأجراس • وبرغم السم القاتل للثعابين ذات الأجراس فانها تقتل قليلا من الناس فى هذا البلد ، بسبب ميلها الى التراجع ؛ ذلك أنها تفضل الانسحاب اذا سنحت لها الفرصة للدخول فى معركة مع الانسان •

والطيور تملك زمام الهواء • وتتميز الطيور بالريش ، وبقلبها ذى الغرف الأربع ، وهى تتنفس بالرئات ، وتضع بيضا تغطيه قشرة صلبة ، وهى من ذوات الدم الحار • وتعد درجة حرارة أجسام الطيور أعلى درجات الحيوانات ارتفاعا ؛ اذ يتراوح متوسط درجة حرارتها بين ١٠٠° ، ١١٠° فهرنهيت • واذا أمسكت فرخا حيا بين يديك ، فسوف تدرك مدى حرارته • وحاجة الطيور الى الاحتفاظ بحرارتها تجعلها من الحيوانات الآكلة • وكثير من الطيور الصغيرة تأكل مايساوى وزنها من الطعام يوميا • والطيور ذات أهمية بالغة للانسان ؛ فهى تساعد فى السيطرة على الحشرات وخفض أعدادها • والطيور المفترسة كالصقر والبومة تعد من العوامل الهامة التى تساعد على خفض أعداد الفئران التى تضر بمحصولات الانسان • كما تعد الطيور مصدرا هاما لغذاء الانسان •

والثدييات حيوانات مغطاة بالشعر • وهى ترضع صغارها اللبن من غدة ثديية • وهى تتميز بأمخاخها المعقدة ، التى تبلغ أقصى درجات تعقدها فى الانسان • وتتعدد أساليب المعيشة فى الثدييات • فبعضها ــ كالخفاش ــ الذى تتهيأ أطرافه الأمامية للطيران ، يعيش فى الهواء •وبعض الثدييات ، كالحوت يعيش فى المحيط ، ولكن لابد له من أن يرتفع الى السطح لكى يتنفس الهواء برئتيه • وبعض الثدييات كالجمل ذى الحوافر ، والغزال والحصان ، تعيش على النباتات • وبعضها الآخر ، كالأسد والنمر والذئب من آكلات اللحوم. وأعظم الحيوانات نموا فى المخ هى القرود والنسانيس والانسان • وتختلف الثدييات كثيرا فى أحجامها ؛ فهى تتراوح بين القوارض الضئيلة وحيتان الأعماق التى تعد أضخم الحيوانات التى عاشت فى الماضى أو الحاضر •

لقد حاولنا فى هذه الجولة القصيرة حول المملكة الحيوانية والمملكة النباتية ، أن نؤكد الأهمية الاقتصادية للأنواع المختلفة من الأحياء بالنسبة للانسان • ونحن اذ نفعل ذلك لا نحب أن يحمل هذا المعنى على أن الأنواع المختلفة من النباتات والحيوانات قد نشأت لكى تكون فى خدمة الانسان خاصة ، أو أنه يجب أن ينظر اليها من هذه الناحية فحسب • ان كل واحد منها ــ ابتداء من البكتيريا الى الانسان ــ كائن حى • وليس الانسان الا واحدا من الكائنات الحية العديدة التى تعيش على هذا الكوكب •



مصنع الغذاء على الأرض • شكل تخطيطي لمنظر قطاع فى جزء من الورقة •

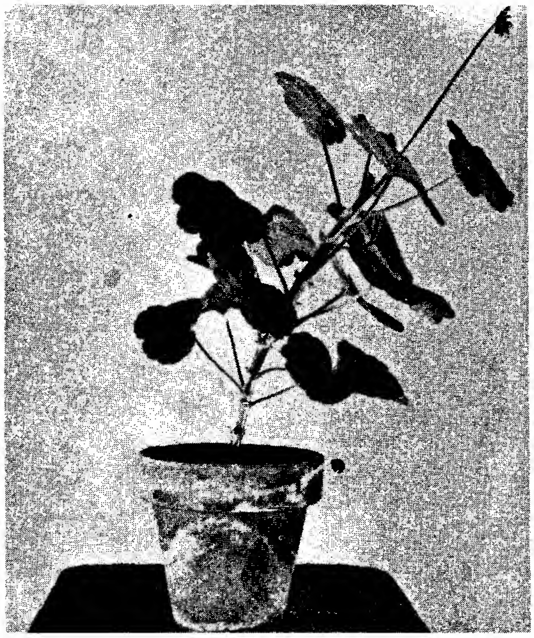
مصنع الغذاء للأرض

تسلق احدى قمم التلال وانظر الى ماحولك من البقاع . ان اللون الذى يسود المراعى والوديان وسفوح التلال هو اللون الأخضر • ولم يحدث ذلك اعتباطا ، أو نتيجة للمصادفة ؛ فاللون الأخضر هو لون الكلوروفيل ، وهو المادة التى تجعل الحياة على سطح الأرض ممكنة • ان هذه الصبغة الخضراء هى التى تمكن كل نبات توجد به، من أن يأخذ مادتين من أكثر المواد شيوعا ، وهما الماء وثانى أكسيد الكربون ، ويحولهما بفضل كيميائيته الداخلية الى مواد سكرية • ونحن نأخذ هذه العملية فى النباتات مأخذ التسليم • ولكنك اذا كنت تنظر الى كوب به قدر من الماء الذى به فقاعات من ثانى أكسيد الكربون ، ثم لاحظت فجأة أن الماء ومابه من فقاعات هذا الغاز قد اختفيا وحل مكانها فجأة كتلة من السكر ظهرت على القاع ـ فانك سوف تسمى هذا « سحرا » • ومع ذلك فالنبات يقوم بهذا السحر كل يوم • (سوف تدرس التغيرات الكيموية التى من هذا النوع بتفاصيل أكثر فى فصل ١٦ أ) • والمصنع الرئيسى للغذاء فى النباتات المعتادة هو الورقة • وهى مهيأة للقيام بهذه الوظيفة • فالسطح العلوى المتسع (انظر الشكل) يمتص أشعة الشمس التى توفر الطاقة لعملية صناعة الغذاء • وتحت البشرة العليا مباشرة ، وهى الطبقة التى تغطى سطح الورقة ، توجد مجموعة من الخلايا المتراصة الواضحة بسبب ماتحتويه من عدد كبير من الأجسام الكلوروفلية وتلك « الخلايا العمادية » كما تسمى هى الصناع النشطة للطعام • فأشعة الشمس التى تمر خلال البشرة نصف الشفافة تصل الى الأجسام الكلوروفية فى الخلايا العمادية • وتأتى المواد الخام اللازمة لصناعة الغذاء الى الخلايا العمادية من مكانين ؛ فعلى السطح السفلى للورقة يوجد عدد كبير من الفتحات المجهرية ، يحرس كل منها خليتان ، وتلك الفتحات هى ثغور الورقة • ويمر الهواء من خلال هذه الفتحات الى الفجوات الهوائية التى بداخل الورقة • ثم يستخلص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء بوساطة الطبقة من الخلايا التى تصنع الغذاء • وفى الوقت ذاته يمتص الماء من التربة بوساطة ملايين الخلايا التى تبرز من جذر النبات ، وهى الشعيرات الجذرية •

ويتحرك المـــاء من الشعيرات الجذرية الى أنابيب داخل الجذر تقوم بنقل الماء خلال الساق الى الورقة وأخيرا يصل الماء الى الخلايا العمادية ، وحيث يكون الكلوروفيل الأخضر قد اقتنص بعض طاقة ضوء الشمس .

وتستخدم الطاقة لكى تساعد على اتحاد الماء مع ثانى أكسيد الكربون لتكوين السكر . وينتج عن هذا التفاعل الكيموى أيضا ناتج ثانوى هام هو الأوكسجين الذى ينطلق من الورقة الى الهواء خلال الثغور . وبهذه الطريقة يتجدد جو الأرض بما يقرب من ٤٠٠ بليون طن من الأوكسجين فى كل ســـنة ، لكى تحل مكان الأوكســجين الذى استخدمته الكائنات الحية .

وتستطيع الخلايا النباتية أن تحول الســكر الى نشـــا للادخار أو تجعله يتحد مع مواد أخرى لتكوين البروتينات . كما يمكن أن يتحول السكر أيضـــا الى مواد دهنية (فى الحيوانات كما فى النباتات) . وعلى ذلك فان عملية صناعة السكر فى النباتات الخضراء تنتج المواد الأوليـــة لجميع الأغذية .

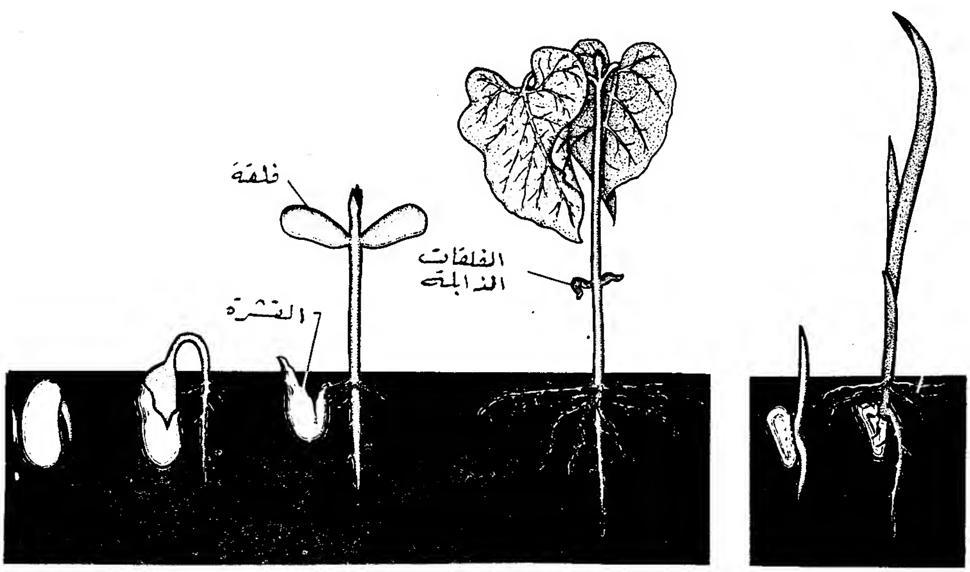


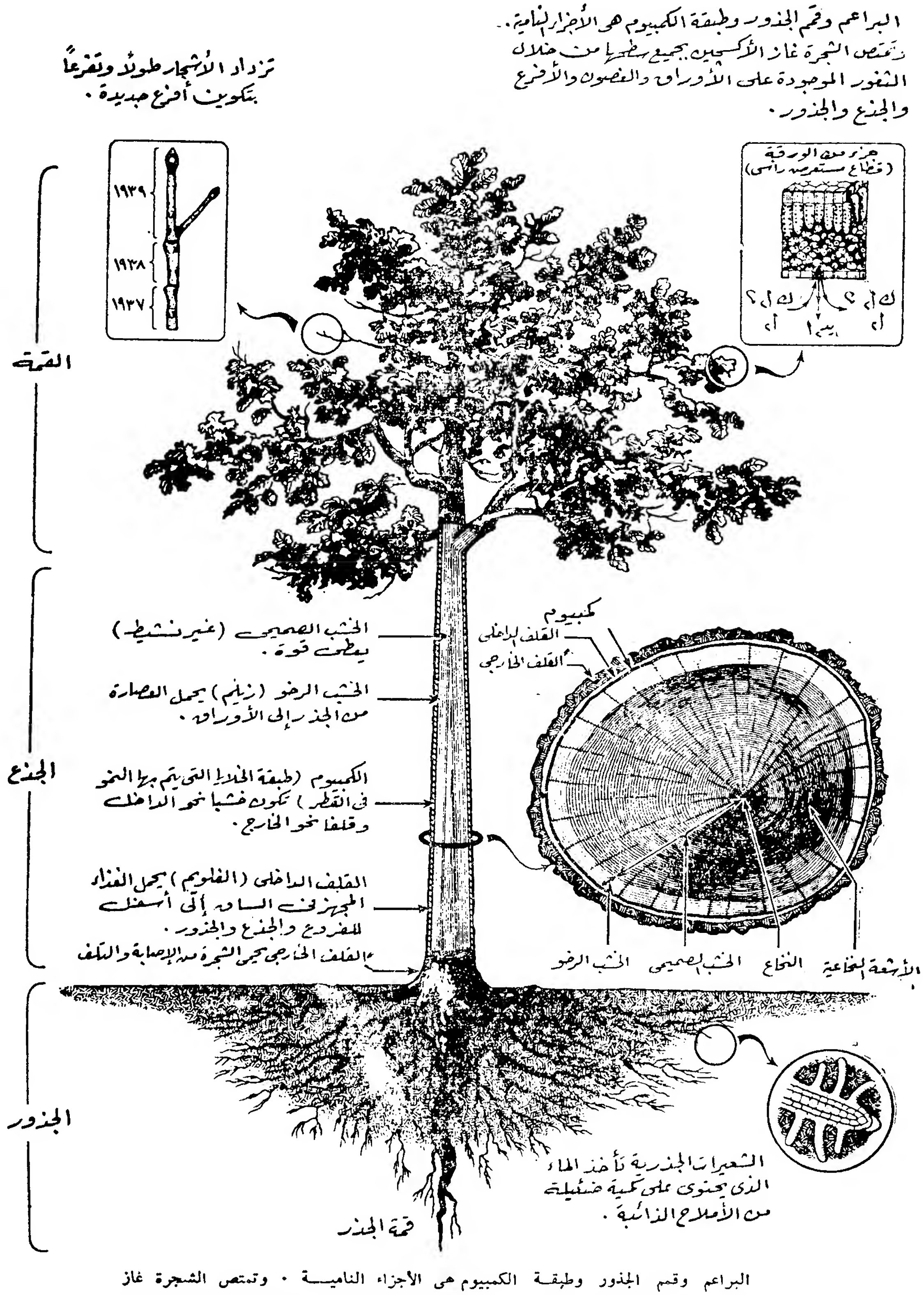
هذا نبات من نباتات الجيرانيم يستجيب للضوء .

والاسم العلمى لهذه العملية الأساسية فى تكوين الســـكر يتكون من شـــطرين : التمثيل ــ ومعناها التركيب أو البناء ، والضوئى ــ نسبة

الى اليســـار : مراحل استنبات بسلة الزهور . الفلقتان تمدان النبات بالغذاء حتى يصير قادرا على صنع غذائه الخاص .

الى اليمين : استنبات حبة الذرة . الفلقة الوحيـــدة التى بحبة الذرة تبقى تحت سطح التربة فى أثناء نمو البادرة .



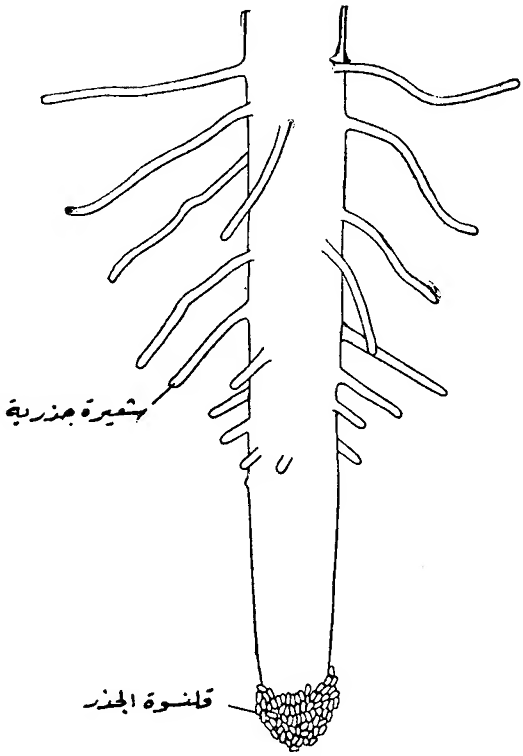


البراعم وقمم الجذور وطبقة الكمبيوم هى الأجزاء النامية . وتمتص الشجرة غاز الأوكسجين بجميع سطحها من خلال الثغور الموجودة على الأوراق والغصون والأفرع والجذع والجذور .

الى الضوء · وهذا هو مايحدث فعلا فى عملية التمثيل الضوئى · وفى السنوات الأخيرة نجح العلماء فى اجراء جزء من هذه العملية فى أنابيب الاختبار · ولعلهم يستطيعون فى يوم من الأيام أن يكشفوا لنا عن سر هذه العملية الكبرى وينجحوا فى اجرائها بأكملها داخل المعمل · وحتى يأتى ذلك اليوم علينا أن نستمر فى اعتمادنا على مايقوم به الكلوروفيل داخل خلايا النباتات الخضراء ، باستخدام الطاقة المستمدة من ضوء الشمس وثانى أكسيد الكربون والماء كمواد خام فى امدادنا بالغذاء ·

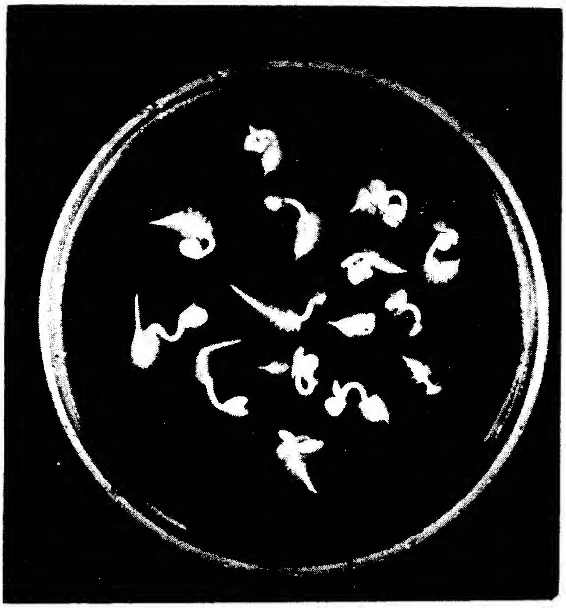
تاريخ حياة النبات

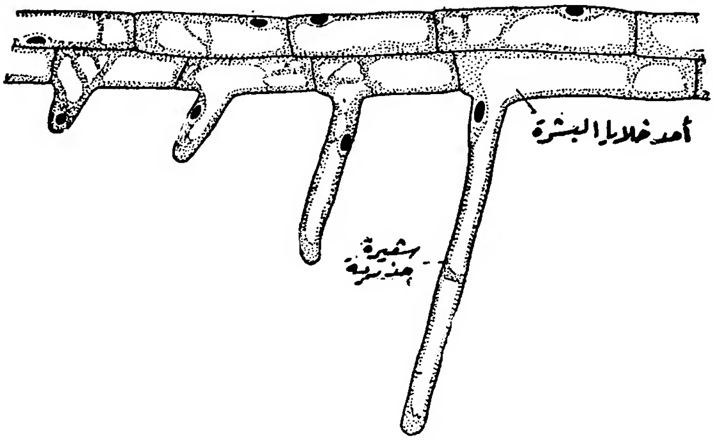
الانبات : يعد الانبات ــ وهو تحول البذرة الى نبات له جذور وساق وأوراق ــ فترة حاسمة فى حياة النبات · فاذا لم تتوافر ظروف معينة ، فان البذرة لا تنبت · وتلك الاحتياجات هى الغذاء والأوكسجين ودرجة الحرارة المناسبة والماء . أما الغذاء فانه يوجد بالبذرة ، ففيها من الغذاء مايكفى حتى تتوطد الجذور فى التربة وتصير أولى الأوراق الخضر المعرضة للشمس مستعدة للقيام بعملية التمثيل الضوئى · والأوكسجين لازم لاحتراق الغذاء وانطلاق الطاقة · ولابد أن تكون التربة التى ينمو بها النبات مسامية حتى تسمح للهواء بتخللها والوصول الى الجذور · والدفء اللازم للانبات مصدره الشمس التى تدفىء الأرض · والماء ضرورى لانبات البذرة ؛ اذ أن له استخدامات متعددة ، فهو يلين القشرة الصلبة للبذرة حتى تستطيع الأجزاء الرقيقة التى بداخلها أن تشق طريقها فى أثناء تكوينها · والخلايا النباتية تأخذ الماء فتنشط وتتكاثر بانقسام خلاياها ويؤدى ذلك الى النمو السريع الذى يجعل البذور تبدو كما لو كانت تنبثق من الأرض بين عشية وضحاها · تحتاج جميع أنواع النشاط الكيموى فى الخلية ، مثل هضم المواد النشوية المختزنة وتحولها الى سكر ، الى الماء كوسط تتم فيه هذه التفاعلات · والماء ضرورى أيضا كمركب أساسى للبروتوبلازم الجديد الذى يكون خلايا النبات الذى ينمو بسرعة فائقة ·



الشعيرات الجذرية المجهرية تمتص الأملاح القيمة والماء وتمد بها النبات ·

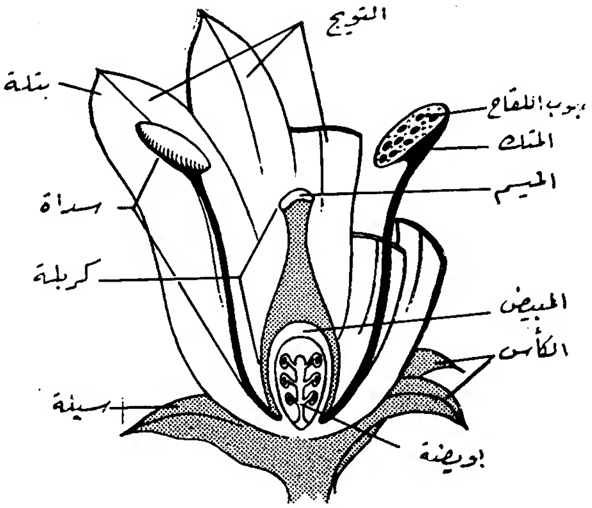
تتكون الفجوة الدقيقة التى على جذور بادرات الفجل من آلاف من الشعيرات الجذرية·





مراحل تكوين الشعيرات الجذرية ــ لاحظ ان كل شعيرة امتداد لاحدى الخلايا ·

ومع ليونة قشرة البذرة وانتفاخها ، ينبثق أول جزء من الجنين · وذلك هو الجزء الذى يكون الجذور · وتقوم الجذور بالحصول على القدر الكافى من الماء وتعمل على تثبيت النبات فى التربة · وفى بعض البذور مثل الفول ، يكون الجزء الذى يكون الجذر مقوسا · وسرعان مايشق هـذا القوس طريقه فى التربة · ثم يستقيم القوس ويظهر النصفان اللذان يحملان الغـذاء بالبذرة وهما الفلقتان · وتضم الفلقتان فيما بينهما أولى الأوراق النابتـة وتحميانها · وما ان تظهر الفلقتان على سطح الأرض حتى تنفصلا · ثم يتم هضم الغذاء الذى بهما تدريجيا ، وانتقاله الى الأجزاء الأخرى من البادرة · ثم تنمو الأوراق ، ويخضر لونها ، وتبدأ فى صنع الغذاء ·



تشتمل الزهرة على أعضـاء التكاثر فى النبات ·

ويصور هذا الشكل الأعضاء الأساسية · الموجودة بمعظم الأزهار ·

وتختلف الحـال عن ذلك بعض الشيء فى البذور ذوات الفلقة الواحدة مثل الذرة ، فالجذور تظهر أولا ، ثم يظهر بعد ذلك غلاف على هيئـة الحربة يضم الأوراق الأولى ، ويساعده هذا الشكل على شق طريقه فى التربة بسهولة، حاميا مابداخله من الأوراق الرقيقـة · وسرعان ماتظهر هـذه الحربة فوق الأرض وتستقيم الأوراق ويخضر لونها ثم تبـدأ فى صنع الغذاء · وفى النباتات يبقى الجزء الأكبر من البذرة الذى يحتوى على غذاء الجنين تحت سطح الأرض · ثم يستهلك الغذاء بسرعة ، وكلما نمت البادرة ، اضمحلت ، بقايا البذرة ·

ويستعمل الماء والأملاح وثانى أكسيد الكربون التى يأخذها النبات فى صنع الغذاء وبناء المـادة الحيـة ، التى هى البروتوبلازم · وينمو النبات ويكبر ، وترتفع الساق ، ثم ترتفع وتتكون أوراق جـديدة وأوراق ، ويتكون الغذاء بسرعة حتى يسهل تكون الأزهار · وقبل أن ندخل فى الأزهار ودورها فى التكاثر ، فاننا سوف نلقى نظرة على السوق والجذور ·

السوق والجذور : تقوم السوق بتوصيل الماء والأملاح من الجذور الى الأوراق ، وتوصيل الأغذية المجهزة من الأوراق الى الأزهار والجذور ·

ويتحرك الماء الى أعلى فى تيار متصل من التربة الى الجذور والساق والأوراق ومنها الى الهواء • ويتم انتقال الماء داخل مجموعة من الأنابيب فى النبات • وفى الأشجار تكون هذه الأنابيب التى تحمل الماء موجودة فى الخشب العصارى ، أو فى الجزء الخارجى من الخشب • وتنتقل المواد الغذائية الى أسفل من الأوراق الى بقية أجزاء النبات خلال مجموعة أخرى من الأنابيب توجد فى الجزء الداخلى من القشرة • ويوجد بين الخشب والقشرة « الكمبيوم » ــ وهو طبقة رقيقة من الخلايا المنقسمة التى يرجع اليها الفضل فى نمو الساق عن طريق اضافة خلايا قشرية جديدة وخلايا خشبية جديدة •

واذا حززنا شجرة بحيث نزيل دائرة كاملة من القشرة « والكمبيوم » التى عليها ، فانها تموت ؛ لأننا نكون بذلك قد دمرنا طبقة الخلايا اللازمة لاستمرار حياة النبات ونموه • ويقوم « الكمبيوم » باضافة طبقات جديدة كل سنة ، مما يؤدى الى ازدياد سمك النبات • ولما كانت هذه الخلايا تتكون بنشاط أكبر فى فصل الربيع، فان هنالك فرقا ملموسا بين الخلايا التى تتكون فى الربيع وتلك التى تتكون فى بقية فصول السنة • ويؤدى ذلك الى تكوين الحلقات السنوية التى يمكن مشاهدتها عندما تقطع احدى الأشجار قطعا مستعرضا • وعد هذه الحلقات يعطى تقريرا دقيقا عن عمر الشجرة •

لقد وصفنا تركيب الورقة فى الجزء الخاص بصنع الغذاء • وسوف نحاول الآن أن نلقى نظرة على جذر النبات • ان الجذر عضو تثبيت كما هو عضو امتصاص • وهو مكون بطريقة تجعله يؤدى هاتين الوظيفتين بنجاح • وكما ذكرنا من قبل ، فان الطبقة الخارجية من الجذر تحتوى على خلايا ذات بروزات طويلة تسمى الشعيرات الجذرية • تتغلغل تلك الشعيرات المجهرية فى التربة الى درجة تثير العجب ، وهى تقوم بامتصاص الماء والمواد المعدنية الذائبة ، وقد وجد فى نبات واحد من نباتات الجويدار ، أن عدد الشعيرات الجذرية بلغ ١٤ بليون شعيرة • ولو أن سطح جميع هذه الشعيرات فرد ، لغطى مساحة قدرها ٤٣٠٠ قدم مربعة • ومعنى ذلك أن هذه الشعيرات الجذرية تلامس ٤٣٠٠ قدم مربعة من التربة • وتستطيع أن تمتص منها المواد المعدنيـة القيمة والماء • وتنتقل هذه المواد الى الجذر • وبعض الخلايا فى الجذر تكون على هيئة أنابيب تحمل المواد الممتصة الى جميع أجزاء النبات عن طريق اتصالها بأنابيب مماثلة فى الساق والأوراق •

ولا تزال الطريقة التى ترتفع بها السوائل فى سوق النباتات ضد الجاذبية الأرضية غامضة على العلماء • ففى شجرة الخشب الأحمر العالية لابد أن يرتفع الماء الى مسافة تبلغ نحو ٤٠٠ قدم.

وبالجذر ألياف متينة تكسبه القوة اللازمة لتثبيت النبات فى الأرض • وذلك فضلا عن القوة المثبتة الهائلة للمجموع الجذرى ، التى تثبت كل شعيرة جذرية من شعيراته بقوة بجزئيات التربة مما يمكن حتى الأشجار الضخمة من تحمل هزات الرياح العاتية •

التكاثر : تحتوى الزهرة على الأعضاء النباتية المختصة بالتكاثر • ويتم التكاثر فى الزهرة عن طريق اتحاد خليتين لتكوين فرد جديد • والزهرة هى التى تكون هذه الخلايا ــ حبة اللقاح والبويضة ــ وتهيىء أيضا سبيل التقائها واتحادها • وبالزهرة النموذجية عدد من البتلات ذات الألوان الزاهية ، وهى تمتاز عادة برائحة قوية • واللون والرائحة يقومان باجتذاب الحشرات التى يحتاج اليها فى عملية التلقيح الخلطى ، وهى انتقال حبوب اللقاح من زهرة الى أخرى من نوعها • وبعض الأزهار لا تعتمد على الحشرات فى حمل حبوب لقاحها ، ولكنها تستخدم الرياح لهذا الغرض ، والأزهار التى يتم تلقيحها بالرياح تنتج كميات ضخمة من حبوب اللقاح لكى تعوض الخسارة التى تنجم عن هذه الطريقة العشوائية • وبعض الأزهار تتلقح تلقيحا ذاتيا ، وفى هذه الحالة تنتقل حبوب

اللقاح من الزهرة الى أعضاء التأنيث فى الزهرة ذاتها •

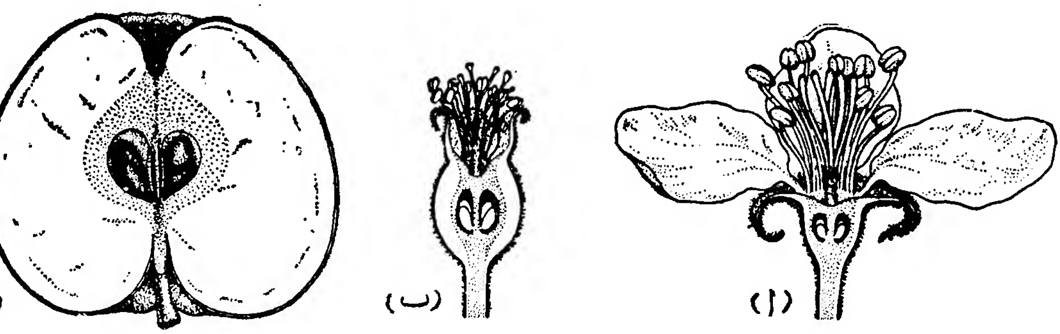
والجزء من الزهرة الذى يقوم بانتاج حبوب اللقاح هو السداة (انظر الشكل) ويكون الجزء العلوى من السداة على هيئة كيس متضخم يسمى المتك ، وفيه تتكون حبوب اللقاح . ويحمل «المتك» ساق طويلة رقيقة تسمى الخيط • وحبة اللقاح جسم مجهرى يحتوى على الخلية الذكرية والتناسلية. ولكى تؤدى حبوب اللقاح وظيفتها ، لابد أن تنتقل الى عضو التأنيث لزهرة من نفس النوع • ويتكون عضو التأنيث أو الكربلة عادة من ثلاثة أجزاء . الجزء العريض المتضخم السفلى هو المبيض الذى تتكون بداخله البويضات • وبكل بويضة خلية تناسلية مؤنثة • وفوق المبيض توجد ساق رقيقة نحيلة هى القلم • والقمة المتضخمة للقلم هى الميسم • والميسم مزود بشعيرات وآفرازات لزجة تساعد على اقتناص حبوب اللقاح والامساك بها • وعندما ترسو حبوب اللقاح المناسبة فوق الميسم ، فانها تبدأ فى تكوين أنبوبة تمتد الى أسفل داخل القلم حتى تصل الى المبيض • أخيرا تصل الى فتحة خاصة فى البويضة • وتمر الخلية الذكرية التى فى حبة اللقاح الى البويضة خلال القناة التى تكونت ، ثم تتحد مع الخلية البيضية • ويعرف هذا الاتحاد بين الخلية الذكرية والأنثية بالاخصاب. والبويضة الملقحة الناتجه عن هذا الاتحاد تنمو وتكون الجنين ، وهو نبات صغير •



تسهل مشاهدة الأسدية الستة والكربلة الوحيدة فى زهرة النرجس الموضحة هنا •

وتأخذ الزهرة بعد الاخصاب فى الذبول ؛ فالأجزاء التى لم يعد النبات يحتاج اليها ، مثل البتلات والأسدية وبعض أجزاء الكربلة تذوى أو تتساقط ، وأما الأجزاء الباقية من الزهرة فتنمو الى أضعاف حجمها الأصلى • والبيضة المخصبة تنمو وتكون الجنين •

أما البويضة فتكون البذرة • والمبيض يكون الثمرة • وعلى ذلك فان الثمرة مبيض ناضج به البذور • وهذا هو السبب فى أن الطماطم تعد ثمرة برغم أن الناس يعدونها عادة من الخضر •

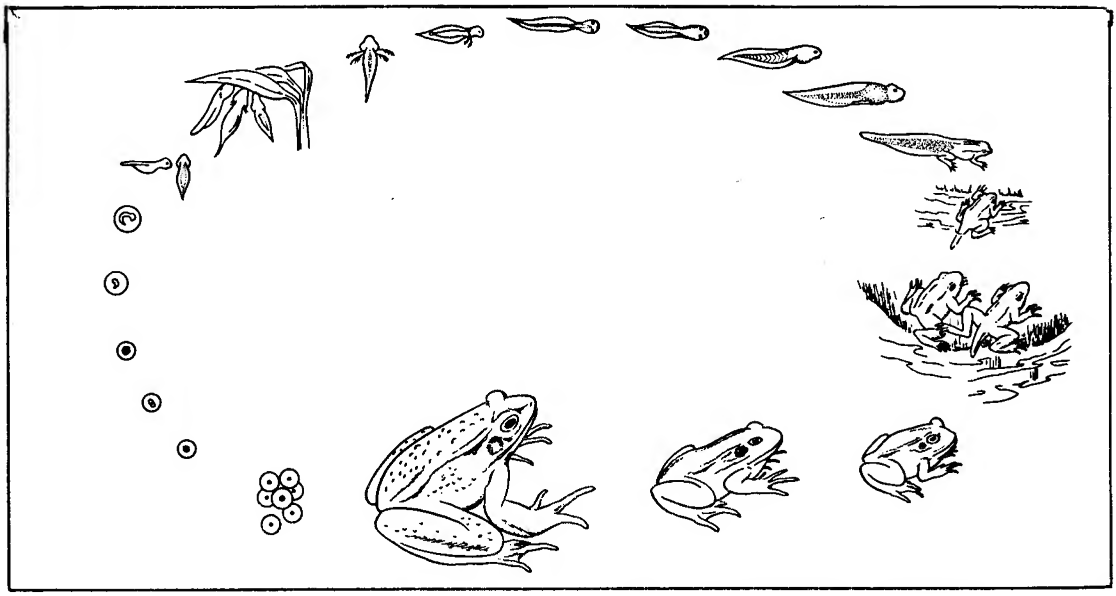


يعطى برعم التفاحة ثمرة التفاح • لاحظ كيف أن بعض الأجزاء الزهرية قصيرة غير ظاهرة أو تسقط عندما ينضج المبيض ويتحول الى ثمرة تحمل البذور •

(أ) زهرة التفاح •

(ب) زهرة قديمة بعد سقوط بتلاتها •

(جـ) قطاع فى الثمرة الناضجة •



التطور التدريجى للضفدعة : يوضح كيف أن بعض الحيوانات تتغير تغيرا كليا فى اثناء نموها • أن أسلاف الضفادع ذات الشكل السمكى تظهر فى الأطوار المبكرة من نمو الضفدعة •

والبذرة التى بداخل الثمرة تتكون من : النبات الصغير ، وكمية من الغذاء ، وقشرة واقية . وللجنين جزءان ، يتحول أحدهما الى الجذور ويعطى الآخر الساق والأوراق • وعندما تجف البذرة يتركز مابها من الغذاء أو يقل ماؤه مما يجعل البذور غذاء ممتازا للانسان • فأهم الأغذية النباتية هى البذور مثل الذرة والقمح والرز والشعير والشوفان والبقول • وفضلا عما للبذور من قيمة غذائية ، فان الانسان يستخرج منها مواد قيمة كالزيت ، ومن أمثلته زيت بذرة الكتان ، والمخدرات ، مثل الأفيون الذى يستخرج من بذور الخشخاش •

دورة حياة بعض الحيوانات

لقد عرف بعضهم ذات مرة الدجاجة بأنها آلة تستعملها البيضة لانتاج مزيد من البيض ، وقد لا يعجبنا هذا التعريف ، ولكننا نرى فيه تأكيدا لظاهرة اتصال الحياة : من البيضة الى اليافع الى البيضة مرة أخرى وهكذا •

ان حياة معظم الحيوانات تبدأ عندما تتحد البيضة مع حيوان منوى • والبيضة الملقحة الناتجة عن اتحاد هاتين الخليتين التناسليتين تبدأ فى الانقسام مكونة كثيرا من الخلايا لكى تكون الجنين • ويأخذ الجنين فى النمو حتى يصير يافعا ، وهو اما أن يكون ذكرا واما أنثى • والحيوانات المنوية التى ينتجها الذكر ، تتحد مع البويضات التى تنتجها الأنثى ، وتتكرر دورة الحياة • وسوف نرى فيما يلى تاريخ حياة بعض الحيوانات الفقارية النموذجية •

الأسماك : الربيع هو موسم تكاثر الأسماك فى المناطق المعتدلة • وعودة أسماك السالمون الى نهر كولومبيا للتكاثر من الأمور المعروفة • فالسالمون يعيش فى المحيط ، ولكنه يهاجر الى أعلى الأنهار قاطعا مسافات شاسعة لكى يتكاثر •

فعشرة آلاف البيضة أو أكثر من ذلك ، مما يتكون فى مبايض كل سمكة مؤنثة تنطلق فى مياه بعض البرك الهادئة · وملايين الحيوانات المنوية التى تتكون فى خصى الذكور تسكب فوق البيض ، فتعمل على تلقيحه · وغالبا ماتموت الحيوانات اليافعة المجهدة بعد ذلك ، أما البيض الملقح فيكون صغار أسماك السالمون التى تعود سابحة الى المحيط · وعندما تنضج هذه الأسماك ، تأخذ طريقها الى نفس الأماكن التى ولدت فيها وتعيد دورة الحياة ·

وبعض الأسماك ــ مثل كثير من أسماك المناطق الاستوائية التى يربيها الناس فى الأحواض المائية التى يزينون بها منازلهم ــ تبدو كما لو كانت تلد · ولكن ذلك أمر ظاهرى فقط ؛ لأن الأسماك فى الواقع تبيض ، ولكن هذا البيض يبقى بعد اخصابه داخل جسم الأنثى حتى يفقس · وهذه الأسماك الولودة ليست ولودة بالمعنى الذى نعرفه فى الثدييات ، لأنه لا يوجد اتصال مباشر بين أنسجة الأنثى وأنسجة الجنين · وعلى ذلك فانه لا يحدث انتقال للغذاء أو الأوكسجين من دم الأنثى الى جنينها ، كما فى حالة الثدييات ·

الضفادع : تتزاوج الضفادع فى الربيع ، حيث يقبض الذكر على الأنثى حتى تخرج البيض ثم يقوم الذكر بتلقيح البيض فى الماء عن طريق افراغ حيواناته المنوية فوقه · وعلى ذلك فان التزاوج يزيد من فرص التقاء الحيوانات المنوية مع البيض · وبعد التزاوج ينفصل الزوجان ، ولا يبديان بعد ذلك أى اهتمام بنسلهما · وما يتعرض له البيض من الأخطار يعوض بطريق الكثرة ؛ اذ تضع الأنثى الواحدة عددا من البيض يتراوح بين عدة مئات وعدة آلاف بيضة بحسب نوعها · وفضلا عن ذلك ففى كل بيضة ذخيرة من الصغار الذى يمد الجنين النامى بالغذاء حتى بعد فقس البويضة ·

وكل بيضة محاطة بكرة شبه هلامية صافية. ويلتصق جميع البيض الذى تضعه الضفدعة معا مكونا كتلة ، وهو نوع من الحماية ضد الأسماك وغيرها من الأعداء الموجودة بالمستنقع · ويعد تكوين البيضة من أولى مراحلها حتى الضفدعة اليافعة من الأمور الطريفة · ويمكن مشاهدته بسهولة اذا وضع بعض البيض فى مخبار أو حوض مائى مع بعض ماء المستنقع · وتتحول البيضة وهى لا تزال داخل المادة الهلامية الى جنين صغير يتحرك أحيانا · وبعد فترة تتراوح بين عشرة أيام وأسبوعين يخرج « أبو ذنيبة » من المادة الهلامية التى تكون عندئذ قد بدأت فى التفكك ·

ويتنفس « ابو ذنيبة » بالخياشيم ، التى هى شرائح من النسيج تغطيها أغشية تتخللها



سلحفاة تخرج من بيضتها وتلقي أول نظرة لها على العالم الخارجي ·

أوعية دموية عديدة • وعندما يمر ماء المستنقع على الخياشيم ، ينتقل الأوكسجين الذائب فى الماء خلال هذه الأغشية الرقيقة الى تيار الدم • وفى نفس الوقت فان الزائد من ثانى أكسيد الكربون المتكون فى الدم والمتخلف عن عملية التنفس ، يخرج من خلال الخياشيم الى الماء •

وينمو « أبو ذنيبة » ويتغذى بجزيئات المواد النباتية الموجودة فى المستنقع • ويتحول ذيله الى زعنفة تمكنه من الحركة السريعة فى الماء • وفى هذه المرحلة تكون الضفدعة النامية شديدة الشبه بالأسماك • وليس هذا الأمر مجرد مصادفة فالضفدعة ـ كجميع الفقاريات الراقية ـ تحكى فى تطورها تاريخ أسلافها الشبيهة بالأسماك • وبعد فترة من الزمن تتكون الأطراف الخلفية ثم الأطراف الأمامية ؛ اذ تتحطم المادة التى تكون الذيل وتمتصها الضفدعة لكى تبنى بها الأجزاء الأخرى من جسمها • وتحل الرئات مكان الخياشيم. وتظهر تغيرات داخلية أخرى • وتغير الضفدعة نوع غذائها ، فلا تتغذى الا بالديدان والحشرات •

وضفدعة ليوبارد Leopard Frog المعروفة تتم هذا التغير أو التطور كما يسمى ، فى أشهر قليلة • أما ضفدعة البولفرج Bullfrog فتبقى على هيئة « أبى ذنيبة » مدة عامين ، ثم تتحول الى ضفدعة يافعة •

والضفدعة من الحيوانات ذات الدم البارد • وفى الأجزاء الباردة من البلاد يقل نشاطها مع مقدم الجو البارد ، ثم تبيت بياتا شتويا فى الطين الذى بقاع المستنقع الذى تعيش فيه • وفى هذه الحالة من الركود ، تنخفض جميع وظائف جسمها الى أقل حد ممكن وتعيش على ما ادخرته من الغذاء فى أيام الرخاء ، وبذلك تستطيع أن تعيش حتى تعود الأيام الدافئة مرة أخرى • يبلغ جلد الضفدعة الرطب من الرقة درجة تسمح بدخول الأوكسجين وخروج ثانى أكسيد الكربون •

الزواحف : يتم التلقيح فى الحيوانات الأرضية داخليا ، أى أن الحيوان المنوى يصل الى البويضة وهى لاتزال داخل جسم الأنثى • وهذا أمر ضرورى لأن الحيوان المنوى والبويضات تحتاج الى وسط مائى لكى تعيش • ولهذا فلابد أن يتم التلقيح فى الزواحف والطيور والثدييات داخليا • وتضع الزواحف بيضا مغطى بقشرة جلدية ناعمة • وبعضها مثل السلحفاة ، يخفى البيض فى الرمال ثم يتركه ويرحل عنه دون أن يبدى اهتماما بمصير الصغار • وتدفىء الشمس الرمل الذى يقوم بحضانة البيض وتستطيع السلحفاة بمجرد فقسها أن تحمى نفسها وتأخذ فى البحث عن الطعام • وفى بعض الأفاعى المخططة Garter Snake يبقى البيض بعد تلقيحه داخل جسم الأنثى وتخرج الثعابين من البيض داخل جسم الأم ، ثم تترك جسمها بعد ذلك •

الطيور : تتكاثر الطيور بنفس الطريقة التى تتكاثر بها الزواحف • ويكون التلقيح فيها داخليا • ولكن نمو الجنين داخل البيض يتم دائما فى الخارج • والبيضة مسامية تسمح للأوكسجين بالمرور خلالها من الهواء الى الجنين الذى ينمو بالداخل • ومعظم ماتبيضه الطيور غذاء للطائر الصغير • ويحب كثير من الناس هذا النوع من الغذاء ويستهلكون ملايين البيض الذى يؤخذ معظمه من الدجاج المستأنس • ويدفىء الطائر البيض بحرارة جسمه • فبعد أن ترقد الدجاجة المعتادة على بيضها واحدا وعشرين يوما ، يفرخ البيض وتخرج منه الأفراخ الصغار ، وهى تكسر القشرة وتأخذ طريقها الى الخارج ، ثم لاتلبث أن تعتمد على انفسها وتأخذ فى البحث المستمر عن الغذاء • وبعض الطيور ، مثل معظم طيور التغريد المهاجرة ، تكون ضعيفة عند فقسها وتعتمد على أبويها فى الحصول على الغذاء •

الثدييات : يتم فى الثدييات تلقيح البويضة الدقيقة داخل جسم الأنثى ، ثم تلصق البويضة نفسها بالأم • وتبقى البويضة على هذه الحال طوال

فترة تكوينها • وتكون الأم والجنين غشاء خاصا هو المشيمة التى يمر خلالها الغذاء والأوكسجين الى الجنين فى أثناء تكوينه • وتمر فضلات الجنين أيضا خلال هذا الغشاء الى تيار دم الأم • الا أن هنالك اثنين من الثدييات يضعان بيضا خارجيا : وهمـا خلد المـاء وله منقار يشبه منقار البط وآكل النمل ذو الجلد الشوكى • وتعنى معظم الثدييات بصغارها بعد ولادتها • فهى تقـدم لها الغذاء وتحميها • وتمتد هذه الحماية للصغـار فى الانسان أكثر منها فى أى حيوان آخر • ومن هذه الغريزة تنشأ بعض العواطف الانسانية التى تصل الى أقصى النبل •

ومن التعميمات الهامة فى هذا الفصل ما يأتى:

* توجد الحيـاة فى جميـع انحاء الأرض تقريبا •

* الكائنات الحية تستخدم الغـذاء للطاقة والنمـو ، وتخرج فضلاتها وتستجيب لمؤثرات بيئتها ، وتنتج افرادا من نوعها •

* يوجد على الأرض عدد كبير من الأنواع المختلفة من النباتات والحيوانات •

* تقوم الطريقة الحديثة لتصنيف الكائنات الحية على أساس تركيبها •

* تنقسم المملكتان النباتية والحيوانية الى أقسام تسمى القبائل أو الفئات أو الطوائف •

* تختلف النباتات والحيوانات اختلافـات كبيرة من حيث تركيبها وطرق معيشتها •

* تحتاج جميع الكائنات الحية الى الغـذاء والماء والأوكسجين لكى تحتفظ بالحياة وتنمو •

* النباتات ذات الكلوروفيل تصنع الغذاء اللازم لحياة جميع الكائنات الحية التى على الأرض •

* تتكون أجسام الكائنات الحية من وحدات أساسية تسمى الخلايا •

* المادة الحية التى بجميع الخلايا تسـمى البروتوبلازم •

* تتكاثر الكائنات الحية بطرق شتى •

* بعض الكائنات الحية مثل الكائنات الأولية والبكتيريا تتكاثر بطريقة الانشطار البسيطة •

* النباتات الراقية والحيوانات الراقية تتكاثر بانتاج حيوانات منوية وبويضات تتحد معا لتكون الفرد الجديد •

* تمر الكائنات الحية فى أثناء تطورها من البيضة الملقحة الى الكائن اليافع بعدة مراحل •

تجارب يمكنك القيـام بها

١ - قم بزيارة احدى الحدائق الزجاجية لكى ترى كيف تمد النباتات بما تحتاج اليه للنمو ، وادرس مايجرى من التجارب على نمو النباتات •

٢ - قم بزيارة أحد المتاجر المختصة بأدوات البساتين لتعرف أنواع الأسمدة الجديدة والأسـاليب الحديثـة لمقـاومة الآفات وما يستخدم فى ذلك من المواد •

٣ - اجمع الكتالوجات الشائعة الخاصة بالبذور والشتائل وتفحصها لكى تكتشف أنواعا جديدة من الثمار والخضر والأزهار • اشرح العمليات المستخدمة فى انتاج هذه الأنواع •

٤ - ادرس ماوصـلت اليه الجهـود لزراعة النباتات دون تربة •

٥ - كون مجموعة من النبـاتات لتوضيـح التحورات الواقية ، واشرح كيف تساعد هذه التحورات النباتات فى بيئتها •

٦ - كون مجموعة من الأزهار لتوضيح الملاءمة للتلقيح الخلـطى • واشرح كيف تؤدى الأجزاء الزهرية وظائفها بالنسبة للحشرات والرياح وغيرها من عوامل التلقيح الخلطى.

٧ ـ قم بزيارة بستان أو مشتل لكى ترى كيف يعنى بالنباتات (التقليم ـ الوقاية من الظروف الجـوية ـ الوقاية من الحشرات لضارة ... الخ) .

٨ ـ استنبت خمسة أنواع مختلفة من البذور . فكر فى طريقة تعرض بها أوجه الشبه والخلاف بين تطورات هذه البذور فى أثناء استنباتها وبداية نموها .

٩ ـ اقتلع خمسة أعشاب مختلفة أو غيرهـا من النباتات . اغسل الجذور وافحصها . أشرح ما اكتشفته حول ملاءمة هذه الجذور المختلفة لبيئتها ووظائفها .

١٠ ـ اجمع ستة أنواع من الحشرات لترى مابينها من أوجـه التشـابه ، وطـرق ملاءمتهـا لبيئتها ، وطرق حصولها على الغذاء ، وطرق الحماية ، والتكاثر .

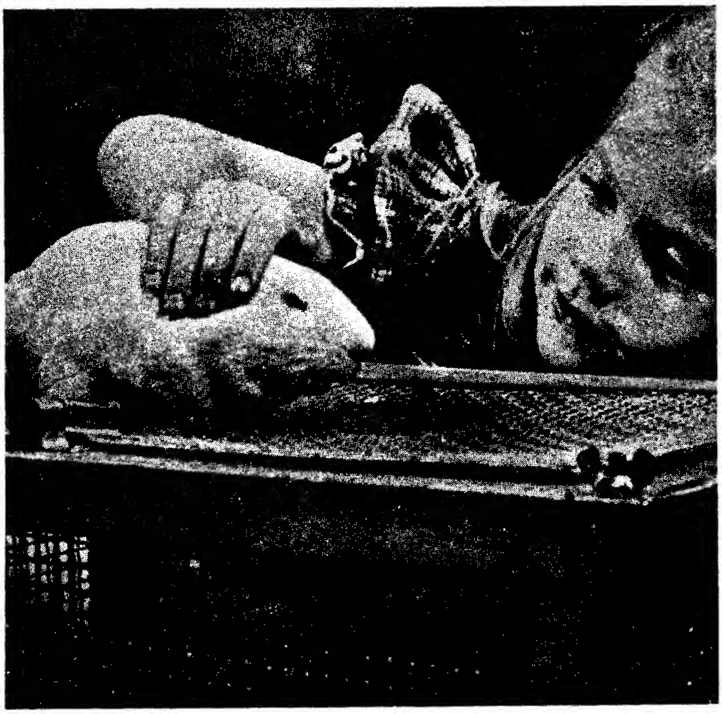
١١ ـ لاحظ حيوانا ثدييا ، أو أحد الزواحف ، أو طائرا ، أو احدى الأسماك ، أو حيوانا من البرمائيات لترى كيف يحصـــل على غذائه ، وكيف يتلاءم مع بيئته خاصة ، وكيف يحمى نفسه ، وما يحدث له من التغيرات فى أثناء نموه .

١٢ ـ اجمـع بيض الضفادع ولاحظ تطـورات صغارها .

١٣ ـ اختبر بنفسـك النبـاتات والحيـوانات الموجودة فى أى مما يأتى : بركة ، قطعة أرض فضـاء ، مستنقع ، أرض مزروعة بالحشائش ، غابة ، ترعة أو قناة ، شاطىء، حقل . ابدأ فى عمل بطاقة أو سجل يضم عددا من البطاقات . اكتب على كل بطاقة اسم الكائن وتاريخ مشـــاهدته ، وأى خصائصه الواضحة التى تثير اهتمامك . نظم هذه البطاقات بحسب الأقسام المقترحة فى هذا الفصل .

١٤ ـ ادرس قدما مربعـــة من أرض الحديقـــة المزروعة بالحشائش ، أو أرض المستنقع ، أو أرض الغـابة . اعمل قائمـــة بجميع ماتجده فيه من النباتات والحيوانات التى تستطيع اكتشافها .

١٥ ـ كـون مجموعة من أى قسـم من الأقسام النباتية والحيـوانية التى تثير اهتمامك . ابدأ بتحديد مدى توافر الأنواع المنشودة، وطرق حفظها وتصنيفها ، ومعرفة الأنواع النباتية والحيوانية التى لا يجوز جمعها . نظم مجموعتك بأية طريقة تجعلها مفيدة . وقد يتم هذا على أساس التصنيف العلمى أو لتوضيح ملاءمة الكائنات .



الفصل الحادي عشر - ب

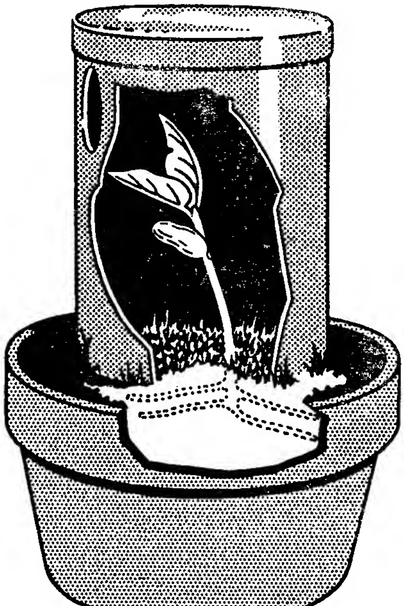
تدريس أسرة الكائنات الحية على الأرض

يعالج هذا الفصل والفصول الثلاثة التي تليه ، المفاهيم الهامة حول الكائنات الحية • ومع ذلك ، فمن الممكن أن تتم دراسة كل منها على حدة ، لأن كل واحد منها يتناول ناحية معينة من حياة الحيوان والنبات • ومن الممكن تنظيم المادة العلمية التي تتصل بنمو الحيوان حول مشكلات في صورة وحدات مثل :

ماذا تحتاج اليه الحيوانات والنباتات لكي تنمو ؟ ماالعلاقات المتبادلة بين الحيوانات والنباتات ؟ ماذا يطرأ على الكائنات الحية من التغيرات في أثناء نموها ؟ كيف تتكاثر النباتات والحيوانات ؟ كيف تحصل الحيوانات والنباتات على الغذاء ؟ ماذا تحتاج اليه الحيوانات والنباتات لكي تنمو ؟ ماالحيوانات والنباتات التي تعيش في بيئتنا ؟

ومن المهم أن نعمل على تهيئة الفرصة أمام الأطفال لكي يلاحظوا بطريقة مباشرة بقدر ماتسمح به الظروف ، ولكي يقوموا باجراء التجارب التي سوف تعينهم على فهم المبادىء العلمية التي تتصل بالكائنات الحية • وهنالك فرص عديدة للقيام برحلات ميدانية ، ولجمع الملاحظات عن طريق اشتراك الأفراد والجماعات الصغيرة ، وللاشتراك في أنواع من النشاط الجماعي التي تتضمن التخطيط والعمل الجماعي • وينبغي أن تنظم المعلومات التي تكتسب في أثناء هذا النشاط وتنسق في صورة تعميمات هامة • ولا يتجه اهتمامنا تبعا لما حددناه من أهداف الى تدريس حقائق منعزلة عن الطيور أو النمل أو الفراشات بقدر ماينتجه الى تكوين المفاهيم الهامة التي تعين على فهم البيئة وتفسيرها • كما أننا نهتم غاية الاهتمام بمساعدة التلاميذ على تعليم الاستمتاع بالخلاء واكتساب الرغبة في استطلاعه • ولاشك أن للجزء الخاص « بالمحافظة » في هذه الدراسة أهميته الكبرى •

وبرغم أن قليلا من أنواع النشاط المذكور



ان جهازا بسيطا كالموضح بالشكل يمكن استخدامه لاثبات أن النباتات تتجه فى نموها نحو الضوء . ومن الممكن أن يقوم التلاميذ فى منازلهم باجراء تجارب مماثلة ويأتون بالنتائج الى المدرسة . ومن الممكن أن يستخدموا أنواعا مختلفة من البذور أو النباتات ويضعوها تحت ظروف مختلفة . ويراعى زراعة نباتات مماثلة فى أسطح مكشوفة لملاحظة التغير فى النمو .

فيما يلى سوف توصف بتفصيل أكبر فى الجزء الأخير من هذا الفصل ، فاننا سوف نشير اليها هنا بسبب مادلت عليه الخبرة من صلاحيتها لصغار الأطفال بوجه خاص .

١ ـ زراعة بعض النباتات فى غرفة الدراسة وملاحظتها لمشاهدة كيف تكبر : كيف تتفتح البراعم ، وكيف تكبر الأوراق ، وكيف تتغير الأزهار ، وكيف تتكون النباتات الجديدة .

٢ ـ استنبات بذور كبيرة لمشاهدة كيف تنمو البذرة الى نبات ، وملاحظة مايحدث وتسجيل الملاحظات تبعا لترتيب حدوثها. (استخدم عدسة مكبرة لمساعدة التلاميذ على الملاحظة) .

٣ ـ زراعة بذور لمعرفة ماذا تحتاج اليه لكى تنبت . (أنظر مناقشة التجارب فى الجز الأول) .

٤ ـ القيام بجولة لمشاهدة النباتات المختلفة : البحث عن الأنواع المختلفة من الأشجار والشجيرات ، والخضراوات ، والأعشاب ، والأزهار . والمقارنة بينها لمعرفة مابينها من أوجه الشبه والخلاف .

٥ ـ زراعة حديقة صغيرة لاكتشاف الأحجام والأشكال المختلفة للبذور ، وكيف تزرع البذور ، وماذا تستغرق من الوقت لكى تنبت ، وكيف تتغير فى أثناء نموها ، وكيف تحتاج الى الرعاية . (انظر صفحة ٢٨٦ لمزيد من المناقشة) .

٦ ـ تربية حيوان أليف لملاحظة كيف يحصل على غذائه ، وكيف ينمو ، وكيف يحمى نفسه (انظر من صفحة ٢٨٤ ـ ٢٨٥ لمزيد من التفاصيل) .

٧ ـ ملاحظة الحيوانات التى فى الأماكن المجاورة ، لمعرفة مابينها من أوجه الشبه والخلاف ، وماذا تأكل ، وأين تجد غذاءها ، وكيف تأكل ، وأين تعيش ، وكيف تعنى بصغارها ، كيف تحمى أنفسها .

٨ ـ البحث عن الطرق التى نستفيد بها من الحيوانات والنباتات فى حياتنا اليومية فى الغذاء والعمل واللعب ... الخ .

٩ ـ عمل مجموعة من النباتات المختلفة التى تستخدم فى الطعام والكساء .

١٠ ـ زراعة نباتات من الأبصال لمشاهدة كيف تتغير فى أثناء نموها .

١١ ـ تفحص أزهار مختلفة لمعرفة مابينها من وجوه الشبه والخلاف . (باستخدام عدسات مكبرة وأزهار كبار) .

١٢ ـ زيارة بيت زجاجي لمشاهدة الأنواع المختلفة من النباتات ، ومشاهدة طرق العناية بالنباتات ، ومشاهدة كيف تبدأ النباتات الجديدة .

١٣ ـ استحضار كمية من التربة من قاع احدى الغابات فى فصل الربيع ، ووضعها في صندوق خشبي وريه،ومشاهدة ماينمو به.

١٤ ـ ملاحظة دجاجة فى أثناء رقادها على البيض، لمعرفة طريقة العناية بالبيض ، وملاحظة البيض عند فقسه ، وملاحظة مايطرأ على صغار الفراخ فى أثناء نموها .

١٥ ـ اقتلاع بعض النباتات من جذورها مثل البرسيم والداندليون وغيرها ، لملاحظة شكل الجذور ومدى اختلافها بعضها عن بعض .

التجريب لمعرفة ما تحتاج إليه النباتات

عندما يأخذ التلاميذ فى دراسة مشكلة « ماذا تحتاج اليه النباتات لكى تنمو ؟ » فانهم قد يذكرون الأشياء التى يظنون أن النبات يحتاج اليها ، ثم يحاولون معرفة « كيف تجرب لكى تعرف هل النبات يحتاج الى الماء ، وضوء الشمس، والتربة الجيدة ، ودرجة الحرارة المناسبة ؟ »

ومن الممكن أن يصمم التلاميذ أنفسهم التجارب عن طريق المناقشة ، وأن يعملوا ملخصا للخطة على السبورة ، ثم يتبعوا الخطة بدقة ويلاحظوا النتائج . ويجب أن يحدد التلاميذ أولا وبكل دقة السؤال الذى تحاول التجربة أن تجد له جوابا .

وفيما يلى مثال لخطة من هذا النوع ، اتبعها تلاميذ أحد الصفوف الخامسة :

الغرض من التجربة

معرفة هل النبات يحتاج الى ضوء الشمس .

خطتنا

استحضار نباتين من نباتات الجيرانيوم بحيث يكونان متشابهين (سوف يحضرهما جورج) التأكد من أن كلا من النباتين فى حالة جيدة . وأنهما ينموان فى نفس النوع من التربة .

ضع أحد النباتين فى ضوء الشمس ، وضع الآخر فى خزانة الثياب المظلمة .

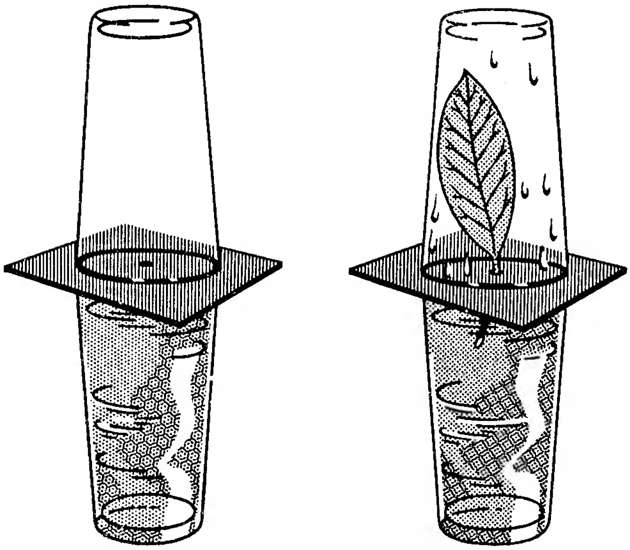
اسق كلا من النباتين مرة كل ٤٨ ساعة ، مع ملاحظة أن تكون كميتا الماء متساويتين (يقوم بيرى والبرت بهذا العمل) .

ضع لافتة على كل من النباتين حتى لا يلمسهما شخص آخر ويتلف تجربتنا (سوف تقوم أليس بعمل اللافته وتكتب فيها « اللمس محظور من فضلك ») .

ضع النباتين احدهما بجوار الآخر كل ثلاثة أيام وقارن بينهما .

وقد جاءت هذه الخطة بعد مناقشات طويلة ، ونتيجة لاتخاذ الحذر من جانب المدرس للتأكد من أن التجربة سوف تعطى نتائج موثوقا بصحتها . وعند استخلاص النتائج وجهت أنظار التلاميذ الى أنه لا يصح أن نستنتج من هذه التجربة وحدها أن جميع النباتات تحتاج الى ضوء الشمس . وقد تطوع كثير من التلاميذ باجراء تجارب مشابهة فى منازلهم .

وبعد انتهاء التجارب، قدم التلاميذ تقاريرهم



يمكننا اجراء تجربة ضابطة (الى اليسار) للتأكد من أن قطرات الماء التى تكونت داخل الكوب (الى اليمين) قد أتت من الورقة. يمكن استعمال عدة أوراق ، كما يمكن استعمال أنواع مختلفة من الأوراق او نبات بأكمله •

عن تجاربهم المنزلية ، وقام التلاميذ بجولة حول فناء المدرسة لملاحظة الأماكن التى لم تنم فيها النباتات نموا جيدا بسبب نقص الضوء • لقد وجدوا لوحا فوق الحشائش ، وعندما قلبوه اكتشفوا أن الحشائش التى تحته قد ماتت • كما لاحظوا بعض الأماكن التى تتجه النباتات التى بها فى أثناء نموها نحو الضوء • وفى أحد الأماكن المظلمة ، وجدوا نباتات قد نمت أكثر طولا وأشد ضعفا من نفس النوع من النباتات التى تنمو فى الضوء المباشر •

وعندما عاد التلاميذ من جولتهم ، وجد أحدهم فى أحد الكتب تجربة صممت لكى توضح كيف تتجه النباتات نحو الضوء • فزرعوا بذور الفجل فى تربة بأصص أزهار قطرها أربع بوصات • وبعد أن نبتت البذور ، قطع التلاميذ أحد الصناديق المصنوعة من الورق المقوى الى نصفين بحيث يمكن أن ينطبق أحد هذين النصفين على الأصيص الذى تنمو به البذور وتحجب عنه الضوء حجبا تاما • ثم قاموا بعمل نافذة مستديرة فى أحد جوانب الصندوق بالقرب من القمة • وكانت هذه النافذة هى المصدر الوحيد للضوء • لقد اتجهت النباتات الصغيرة المغطاة بالصندوق نحو الفتحة التى يدخل منها الضوء • أما الأصيص الآخر فقد ترك دون تغطية • وقارن التلاميذ مرات عديدة بين النباتات فى الأصيصين ، ولاحظوا أن النباتات فى الأصيص غير المغطى قد اتجهت نحو النافذة ، كما لاحظوا أن النباتات الأخرى التى تنمو داخل الفصل تتجه هى الأخرى نحو الضوء •

وهنالك تجارب عديدة مختلفة توضح أن النباتات تحتاج الى الضوء • وتوضح التجارب على الجيرانيوم وبذور الفجل طريقتين لمعالجة الفكرة التجريبية مع التلاميذ • ففى احداهما قام التلاميذ أنفسهم بتصميم التجربة ، وفى الأخرى ، وجدوا فى أحد الكتب تجربة تحقق هدفهم • وينبغى أن نتذكر فى كلتا الحالتين أن اجراء التجربة والطريقة المتبعة فى اجرائها لا تقل أهمية عن المعلومات المكتسبة منها • وكثيرا ماتنتهى المناقشة بعد انتهاء التجربة •

ولكن التعلم الحقيقى يحدث عند البدء فى تطبيق نتائج التجربة •

لقد أوضحنا الطريقة المستخدمة فى التجريب لمشاهدة أنّ النباتات تحتاج الى الضوء ويمكن اثبات احتياج النبات الى العوامل الأساسية الأخرى

(الماء ، التربة الجيدة ، الهواء ، ودرجة الحرارة المناسبة) بطرق مماثلة • ويمكن دراسة احتياج النباتات الى الماء واستخدامها له بالطريقة الآتية :

استنبت بعض بذور الفجل على ورق نشاف مبلل وانظر الى الجذيرات بوساطة عدسة مكبرة • ان الزغب الذى على الجذور يتكون من الشعيرات الجذرية التى يدخل الماء خلالها الى النبات • ازرع بعضا من بذور الفاصوليا • وعندما تظهر السوق فوق سطح الأرض وتظهر الأوراق الأولى ، أجر التجربة التالية لكى ترى مايحدث عندما تتحطم الشعيرات الجذرية • اقتلع نباتين أو ثلاثة من التربة ، مع مراعاة الاحتياط حتى لا تتلف الجذور، ثم قم بزراعة هذه النباتات فى تربة أخرى • ارفع نباتين أو ثلاثة من نباتات أخرى من التربة مستخدما جاروفا صغيرا ، مع مراعاة ألا تمس الجذور بأى سوء ، ثم قم بزراعة هذه النباتات أيضا • اترك النباتات الباقية على حالها • لاحظ هذه المجموعات الثلاث من النباتات • ان المجموعة التى اقتلعت بجذورها سوف تذبل ؛ لأن كثيرا من شعيراتها الجذرية قد مزقت عند اقتلاع النباتات • ولابد من تكون شعيرات جديدة قبل أن تستطيع الحصول على الماء • أما النباتات التى رفعت برفق ، مع أقل مايمكن من الاضطراب بالتربة أو مع عدم اضطرابها اطلاقا ، فانها لا تذبل وقد تركت النباتات الباقية لكى يرى التلاميذ مايحدث اذا تركت النباتات دون أى اضطراب على وجه الاطلاق • وعندما يصل الماء الى داخل النبات، فلابد له أن يحمل الى الأوراق ؛ ففى الأوراق تتم صناعة الغذاء • وباستخدام سيقان الكرفس وبعض الحبر الأحمر ، يستطيع التلاميذ أن يشاهدوا كيف يرتفع الماء داخل النبات • استخدم سيقان الكرفس ذات الأوراق الصفراء اذا أمكن • اقطع بعض سيقان الكرفس من أسفل مستخدما فى ذلك سكينا حادة • ضع كمية من الحبر الأحمر فى كوب من الماء بحيث تكفى لتلوين الماء باللون الأحمر القانى • ضع سيقان الكرفس فى الماء ثم عرضها للضوء • لاحظ الأوراق من وقت لآخر • اقطع احدى هذه السوق بعد ساعتين أو ثلاث وابحث عن الأنابيب التى تحمل الماء الملون الى الأوراق ، تفحص الأوراق عن كثب وسوف تشاهد السائل الأحمر فى العروق • ان اللون الأحمر ييسر مشاهدة الأجزاء التى ينتقل فيها الماء •

مشاهدة أنواع مختلفة من النباتات

ان الأنواع المختلفة من النباتات لا تحتاج الى نفس المقادير من المواد الأساسية • ويستطيع التلاميذ أن يروا ذلك بمشاهدة أنواع مختلفة من النباتات – يقومون بزراعة بعضها وملاحظة بعضها الآخر مما ينمو فى فناء المدرسة وفى الحدائق وعلى الاسوار وفى الغابات • ومن النباتات التى توضح الاختلاف فى هذه الحاجات الطحالب والسرخسيات والليكنات ونباتات الصبار والنباتات المائية ونبات اللبلاب والجيرانيوم وغيرها من النباتات المنزلية • واذا قام التلاميذ برحلة الى أحد البيوت الخضراء لمشاهدة كيف يعنى البستانى بالنباتات المختلفة ، فانها تعد خبرة تعليمية طيبة ، فسوف يرى التلاميذ أن بعض النباتات تعطى قدرا من الماء يفوق القدر الذى يعطى لغيرها ، وأن بعضها يحفظ فى الظل ، ويوضع بعضها الآخر فى ضوء الشمس المباشر ، وأن بعضها يزرع فى نوع معين من التربة ، والبعض فى نوع آخر • وسوف يلاحظون أن الطحالب والسرخسيات تزرع تحت الصوبات فى البيوت الخضراء ، فى حين تزرع نباتات الصبار فى الضوء الشديد وفى أماكن حارة • انه ينبغى ملاحظة مثل هذه الظروف حتى يمكن فهمها جيدا. فالقراءة عنها شىء ، ومشاهدتها شىء آخر • وهذا مثال لرحلة يقوم بها التلاميذ تحقيقا لغرض محدد • أنها تنفذ لحل مشكلات محددة • واذا لم يكن من الممكن أن يقوم جميع التلاميذ بالرحلة ، فمن الممكن أن تقوم بها يوم الأجازة أو بعد انتهاء اليوم المدرسى ، جماعة منهم

مزودة بالأسئلة التى يراد معرفة الاجابة عنها ، ثم يقدمون لزملائهم تقسريرا بالنتائج ، ومن الممكن تحريض التلاميذ على الذهاب وحدهم أو مع آبائهم لجمع الملاحظات • على أنه ينبغى أن يحددوا موعدا مع الجهات المختصة اذا كانوا يريدون الحصول على مساعدات من القائمين بالأعمال فى المكان الذى يزورونه •

والمشاهدات التى تجمع من الأماكن الخلوية سوف تكون لها قيمة كبيرة فى مساعدة التلاميذ على ادراك كيف تستجيب النباتات للظروف المختلفة المؤثرة فى النمو • فبعض النباتات تستطيع أن تنمو حتى فى ملعب قاحل ، وبعضها فى أماكن مظلمة ، وبعضها فى مستنقع • والغابة مكان مناسب لنمو نباتات معينة ، وهنالك نباتات تنمو بصورة أفضل فى المراعى الفسيحة • ان ملاحظة الظروف فى هذه الأماكن المتنوعة يساعد التلاميذ على فهم كيف ان النباتات تختلف فى احتياجاتها وكيف أنها تتلاءم مع الظروف المختلفة.

ومن الممكن أن ترتبط الخبرات حول حاجات النبات مع مشكلة كيف تنمو النباتات ، وأن ينظم الموضوعان فى وحدة تعليمية • ومن الممكن أن ترتبط التجارب بزراعة حديقة ، لكى يهيىء خبرة عملية بنمو النباتات • وكما ذكرنا من قبل ، فان هنالك طرقا عديدة لتنظيم المفاهيم حول المشكلات المتصلة بالنبات والحيوان • أما طريقة تنظيم المادة ، فانها تتحدد بالظروف المحلية ، مثل مدى استخدام الكتب المدرسية وتنظيم المقرر الدراسى.

الاحتفاظ بحيوان أليف

هنالك أسباب عديدة تدعو الى الاحتفاظ فى الغرفة الدراسية بأرنب أليف أو أحد الفئران البيضاء أو فئران الهامستر Hamster (١) • وقد اقترح هذا النوع من النشاط هنا لكى يستطيع التلاميذ مشاهدة مايحتاج اليه كل نوع من الحيوانات حتى يعيش وينمو •

وفيما يلى بعض الأشياء التى يجب تذكرها عند تربية أى من هذه الحيوانات الأليفة •

١ ــ ينبغى ألا يحفظ الحيوان فى الغرفة الدراسية الا اذا هيئت له أسباب الراحة •

٢ ــ اذا لم يكن الحيوان قد اعتاد حياة الأسر ، فيجب ألا يسجن فترة طويلة •

٣ ــ يجب أن يدرس التلاميذ مقدما احتياجات الحيوان ويشتركوا فى تحمل مسئولية العناية به •

٤ ــ يجب أن يراعى الأطفال العناية التامة عند تناول الحيوان بالأيدى ، كما يجب عدم الاسراف فى تناول معظم الحيوانات •

ويجب أن يتوافر لكل حيوان مايأتى :

١ ــ فراغ كاف لكى يتحرك فيه بحرية ، ويشعر فيه بالراحة •

٢ ــ بيئة مشابهة لبيئته الطبيعية بقدر الامكان .

٣ ــ مكان يحتمى فيه من الضوء •

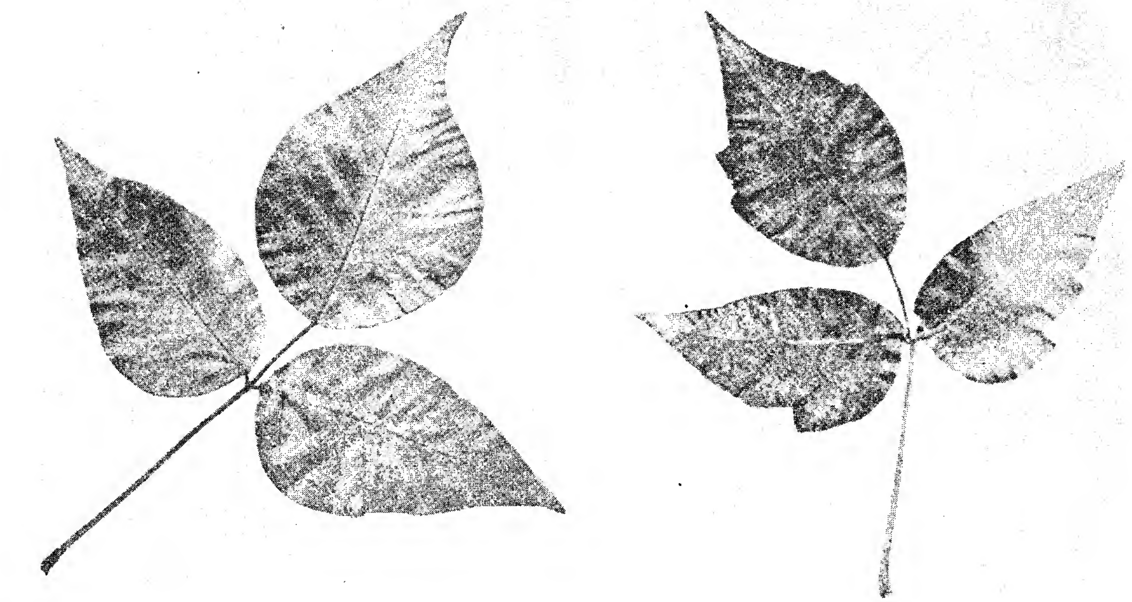
٤ ــ الغذاء المناسب والماء النظيف والتهوية الجيدة •

٥ ــ قفص يمكن المحافظة على نظافته وخلوه من الرائحة •

٦ ــ العناية بالحيوان سبعة أيام أسبوعيا •

---

(١) هذه الحيوانات من القوارض ، وقد شاع استخدامها فى تجارب المعامل، وكحيوانات اليفة فى المدارس • ويمكن شراء فئران الهامستر من متاجر الحيوانات الأليفة •



توجـد أنواع متعددة من أوراق نبـات الأيفى السام • ولكن النوع المميز منها هـو الذى تكون أوراقه براقة وتتكون فى مجموعات تضم كل منها ثلاث أوراق • وأكثر أنواعه شيوعا له أوراق مستقيمة الحافات (الى اليسار) برغم شـيوع بعض الأنواع ذات الأوراق المفصصة (الى اليمين) •

وينبغى ألا تصير العنـاية بهذه الحيوانات عبئا ثقيلا على المدرس واضـافة جـديدة الى مسئولياته • فاذا حفظ بالمدرسة بعض الحيوانات، فعلى كل عضـو بالفصل أن يضطلع بجانب من مسئولية العناية بها فى أثناء السـنة • وتلك مسئوليات حقيقية ـ يؤدى عدم الاضطلاع بها الى نتائج محسوسة • وتلك احدى الوسائل التى تساعد التلاميذ على تعلم الاضطلاع بالمسئوليات •

وعندما يلاحظ التلاميذ الحيوان ، فمن الممكن أن يعملوا قائمة بالأشـياء التى يحتاج الحيوان اليها لكى ينمو • وقد يحاولون أن يعرفوا كيف يحصل الحيوان على هذه الأشياء لو أنه كان يعيش فى بيئته الطبيعية ، والى أى حد يعتمد الحيوان على النباتات ، وما اذا كان الحيوان يعتمد على حيوانات أخرى أولا يعتمد عليها ، وأى الأجواء أكثر مناسبة لمعيشة الحيـوان ، وماذا يطرأ على الحيـوان من التغيرات بتغير الفصول • وقد يقـوم التلاميذ بملاحظة الحيوان للاجابة عن اسـئلة مثل : ماذا يأكل ؟ وما أنواع أسنانه ؟ كيف ينظف نفسه ؟ كيف يتحرك ؟ ان الاحتفاظ بالحيوانات الأليفة فى المدرسـة من الأمور التى تستغرق وقتا طويلا ، ولكنها بالتنظيم الدقيق يصير لها فوائد أكثر مما اعتاد كثير من المدرسين أن يجنوه منها •

تعرف النباتات السامة

لابد من الاشارة هنا الى مساعدة التلاميـذ على تعرف النباتات التى يعد لمسها أو أكلها خطرا. وأكثر مانطمع فيـه بالنسبة لتلاميـذ المرحـلة الابتدائية هو أن يعرف التلاميذ هـذه النباتات ويتجنبوها • فمن الصعب أن نتوقع مثلا أن يميز التلاميذ بينالأنواع السامة من نباتات عش الغراب والأنواع التى تؤكل • فمعظـم مدرسـيهم غـير مؤهلين لتدريس هذه الفروق • ولابد أن يعرف كل شخص نباتات الأيفى السامة ونباتات السماق السامة فى جميع أوقات السنة • ويوجد كثير من الصـور الخاصـة بهـذه النبـاتات للملاحظـة والعرض ، واذا كان هنـالك أى من هذه النباتات بالقرب من المدرسـة فلابد من تعريف التلاميذ بهـا وبأسـمائها بكل وضـوح • ولابد أن يتعلم التلاميذ طرق معرفتها • واذا أمكن حفظ عينات من هذه النباتات داخل اناء زجاجى محكم السد لملاحظتها ، فأن ذلك يساعد التلاميذ فى سهولة معرفتها •

ملاحظة البذور النابتة

من الممكن أن يتعلم التلاميـذ من البـذور النابتة كثـيرا من الأشـياء عن كيفية النمو فى

النبات • وتفضل البذور الكبيرة لسهولة ملاحظة انباتها ونموها • وفى كثير من البيئات يستطيع الأطفال أن يحضروا معهم من البيت بذور الفاصوليا والقمح وغيرها • ومن الممكن اجراء بعض تجارب على البذور النامية فى صورة مشروعات . ولكن يحسن أن يكون لكل تلميذ بذوره الخاصة حتى يلاحظها كل يوم ويقارنها ببذور غيره من التلاميذ. وكثيرا مايميل التلاميذ الى اجراء بعض التجارب فى المنزل واحضار النتائج الى المدرسة • وفى احدى الفرق الدراسية أحضر كل تلميذ نوعا مختلفا من البذور ، ولاحظ انباته ، وقارن بين النتائج المختلفة : « فيم تتشابه البذور ؟ » « وفيم تختلف ؟ » ويمكن استنبات البذور بعدة طرق مختلفة : على ورق النشاف المبلل ، أو القطن فى اناء مغطى أو « صحن » ، على سطح الزجاج فى كمية من التربة موضوعة داخل اناء زجاجى حتى يتسنى للتلاميذ مشاهدة الجذور وهى تنمو الى أسفل ، والسيقان وهى تنمو الى أعلى ، كما يمكن استنباتها فى التربة مباشرة • ومن اليسير جدا عمل تسجيلات يومية تبين مايحدث عندما تنبت البذور • ويمكن أن تكون هذه التسجيلات محلاة برسوم بسيطة توضح كيف يحدث النمو ، كما قد يجد التلاميذ رسوما فى الكتب وغيرها من المصادر لكى يقارنوا بين بذورهم المستنبتة وبين هذه الرسوم •

وبعد مرور فترة من الزمن على تجارب البذور فان التلاميذ سوف يحبون أن يتفحصوا البذور لمشاهدة تركيبها • وتعد بذور الفاصوليا من البذور المناسبة للفحص ، لأن أجزاءها كبيرة تسهل مشاهدتها • ولابد أن يكون لدى كل طفل فى المجموعة بذرة أو أكثر لفحصها • انقع البذور فى الماء ليلة (لكى تزيد من سرعة عملية الانبات) . ثم اتركها على نشاف مبلل بالماء يوما أو يومين • والآن يسهل التمييز بين الأجزاء النابتة • ويمكن أن يستخدم الأطفال سلاكات الأسنان لفصل أجزاء البذرة بعضها عن بعض • فهم يستطيعون البحث عن أجزاء البذرة الثلاثة (القشرة والجنين والغذاء المدخر) ويستطيعون بعد التعرف على الأجزاء مناقشة وظيفة كل جزء • وسوف تؤيد القراءة ما وصلوا اليه من النتائج • وقد يقوم التلاميذ بفحص بذور أخرى أيضا لتحديد الأجزاء الثلاثة كما أن من الممكن أن يصمم التلاميذ تجارب لمعرفة ماإذا كان من الممكن أن تنبت بذرة الفاصوليا وتكون نباتا جديدا ، اذا نزع منها الغذاء المدخر (انزع الجنين من بين شقى البذرة ، وازرعه ، لمشاهدة مايحدث) • انه سوف يموت بطبيعة الحال ، لأن أول غذاء للنبات هو ذلك الذى يكون مدخرا فى البذرة • كما يمكن أن يجرى التلاميذ لاكتشاف أى الأجزاء النباتية (الساق أم الجذر) يظهر من البذرة أولا عند استنباتها •

واذا أراد التلاميذ اختيار البذور لمعرفة ماإذا كانت سوف تنبت عند زراعتها فى حديقة مدرستهم، فانهم قد يقومون بمحاولة لاستنبات البذور على ورق نشاف مبلل ، بل يستطيعون أيضا حساب النسبة المئوية للبذور التى نبتت ــ وهى فرصة ممتازة لاستخدام الحساب •

زراعة حديقة

يستطيع التلاميذ أن يتعلموا كثيرا من الأمور عن نمو النباتات من خلال الخبرة التى يمرون بها عند زراعة حديقة المدرسة والعناية بها ، ولكن الحصول على خبرة علمية ذات قيمة حقيقية يتطلب كثيرا من التخطيط • فقبل موعد الزراعة ببضعة أسابيع ، ينبغى أن تبدأ المناقشة لمعرفة الاجابة عن أسئلة مثل : « لماذا نريد أن ننشىء حديقة ؟ » (للاستمتاع لكى نقدم للآخرين أزهارا وخضروات، لدراسة النباتات المزروعة ، لزراعة خضراوات للأكل ، لكن نزيد من جمال مدرستنا ••• الخ) • فاذا نوقشت هذه المشكلة من بداية الأمر ، فان التلاميذ يستطيعون استخدام هذه الأهداف لتقديم ماحققوه من التقدم وماوصلوا اليه من النتائج • ومن الممكن أن يناقشوا أيضا الأسئلة الآتية :



تحدد المشكلات التى يراد حلها قبل موعد زراعة الحديقة بفترة طويلة · وهنا تفحص عينات من التربة · ان نجاح مشروع زراعة الحديقة يتوقف على مدى التهيئة للموقف التعليمى وعلى مدى ماتتيحه للتلاميذ من الفرص لتعلم المبادىء العلمية ·

« ماذا سوف نزرع فى الحديقة ؟ » « ماذا ينبغى أن نعمله لتربة الحديقة قبل أن نستعد لبذر البذور ؟ » « ما أنواع الأدوات التى سوف نحتاج اليها ومن أين نحصل عليها ؟ » « أين نجد البذور التى سوف نزرعها وكيف نحصل عليها ؟»

فسوف يثير التلاميذ فى أثناء فترة التخطيط أسئلة من هـذا القبيل وغيره ، ويجيبون عليها وينبغى أن تهيىء الحديقة المدرسية فرصة حقيقية لحل المشكلات ، بحيث يحدد التلاميذ المشكلات ، ويضعون الخطط لحلها وينفذون هذه الخطط ، ثم يقومون أعمالهم ·

وتعين المصـادر الآتيـة فى عمل تخطيط لحديقة مدرسية ناجحة وزراعتها :

١ — من الممكن أن تقدم المصلحة الزراعية بالمنطقة أو مدرس الزراعة أو الأحياء ، أو صاحب أحد البيوت الزجاجية ، مساعدة فى اختيار التربة بحيث يستطيع التلاميذ ان يقرروا هل التربة تحتاج الى سماد ، وهل هى جيدة الصرف ·

٢ — قد تساعد « كتالوجات » البذور التلاميذ على تخير مايزرعونه ، بمـا تحتويه من التوضيحات والأوصـاف ، التى تبين الزمن الذى تستغرقه النباتات لكى تنضج ،وأنواع التربة التى تحتاج اليها ··· الخ ·

٣ — تحتوى عبوات البذور على تعليمات عن العمق المناسب والزمن المناسب لزراعة البذور ·

٤ ـ قد يكون هنالك بعض الآباء من ذوى الخبرة بأمور الحدائق ومن يكون لديهم الاستعداد لتقديم المساعدة والتوجيه •

٥ ـ هنالك كثير من النشرات الحكومية ذات الأثمان الزهيدة وغيرها من المطبوعات حول زراعة الحدائق ومقاومة الحشرات والآفات •

٦ ـ يحتفظ كثير من الناس ببذور الأزهار والخضر من عام الى آخر • ومن الممكن الحصول من الآباء على مثل هذه البذور لزراعتها فى حديقة المدرسة •

ومن المهم عند زراعة الحدائق المدرسية • تذكر مايأتى :

١ ـ تنطوى زراعة الحدائق على كثير من الحساب : فهنالك عدد الصفوف ، والمسافات التى بينها ، والعدد المناسب من النباتات لمساحة معينة ، والمساحة المحددة لكل تلميذ •

٢ ـ هنالك فرصة مواتية لمساعدة التلاميذ على تعلم التعاون واستخدام التفكير فى اقتسام الأدوات ، البذور ، والنباتات ••• الخ •

٣ ـ تعد الحديقة مكانا مثاليا لتقويم الخطة • فاذا كانت الخطوط مثلا مستقيمة ، بل اذا لم تكن النباتات مزدحمة ••• الخ • فان الخطة تكون قد نجحت وينبغى أن يكون التقويم على أساس الأغراض التى أنشئت الحديقة من أجلها ، وليس على أساس المحصول بالقناطير أو الأرادب •

وتهيىء زراعة الحديقة تطبيقا عمليا لما تعلمه التلاميذ عن طريق المشاهدة والقراءة والتجريب : وهى توضح بطريقة خاصة ماذا تحتاج اليه النباتات فى نموها ، ومايطرأ عليها من التطورات فى أثناء نموها ، وماتستغرقه النباتات المختلفة لكى تنضج ، وكيف تنمو النباتات تحت الظروف المختلفة ، ومايحدث لها عندما تكون متزاحمة ، وكيف تتكاثر الأنواع المختلفة ، ومايطرأ عليها من التغيرات تبعا لتغير الفصول •

زراعة النباتات داخل المبانى

اذا كانت المدرسة مشمسة ، أو اذا كانت هنالك غرفة أخرى مناسبة ، فان زراعة النباتات داخل المبانى تمهيدا لزراعتها فى الخلاء يعد نشاط تعليميا قيما • فيمكن زراعة الكرنب والطماطم والفلفل والزنيا ونباتات ماريجلولد • وتفضل زراعة هذه النباتات فى أوان مسطحة (صناديق ضحلة) مملوءة بالتربة الجيدة ويمكن شراء هذه المسطحات ، كما يمكن أن يقوم التلاميذ بصنعها من الصناديق الخشبية ، وينبغى أن تكون التربة ناعمة ، وأن تزرع البذور ويعتنى بها حسب التعليمات التى على العبوات • ولدى بعض المدارس تسهيلات كبيرة للأعمال الزراعية وتستطيع أن تمد حدائق بيوت التلاميذ ببادرات تكون قد نمت بالمدرسة •

وعند زراعة البذور ، اتبع التعليمات التى على « العبوات » ، وازرع البذور دون تكديس ، ثم غطها بطبقة رقيقة من التربة • ثم اروها بما يكفى للاحتفاظ بالتربة رطبة ، ولكن دون اغراقها بالماء • واذا وضعت قطعة من الزجاج فوق الاناء الذى به البذور ، فانها تحفظ الرطوبة وتساعد على النمو • وتتحسن البادرات المزروعة داخل المبانى اذا غذيت مرة كل أسبوع أو نحو ذلك بمحلول يتكون من معلقتين كبيرتين من غذاء النبات بعد اضافتهما الى جالون من الماء • وتبيع متاجر أدوات الحدائق ومحلات الأزهار والصينى وكثير غيرها أنواعا مختلفة من غذاء النبات • فاتبع التعليمات التى على الآنية التى يباع فيها الغذاء •

وبمجرد أن تنبت البذور وتنمو نموا حسنا، فلا تروها الا فى الصباح ، وعندما تكون التربة جافة • وعندما يصل طول النباتات الى نحو بوصتين ، فانها يجب أن تخف اذا كان نموها



ان جميع هذه النباتات الأربعة تستقبل نفس القدر من الضوء والماء والحرارة ... الخ، ولكن كلا منها ينمو فى نوع مختلف من التربة • والتجربة مصممة لبيان أثر التربة الخصبة فى نمو النبات •

كثيفا ، ويمكن خفها باقتلاع نبات وترك نبات ، وزراعة النباتات المقلوعة فى مسطح آخر • وقبل أن تنقل النباتات من داخل المبانى الى الخلاء فانها يجب أن تهيأ لهذا التغير • أعطها قدرا أقل من الماء وضعها بالخارج بضع ساعات قليلة يوميا • أطل مدة بقائها بالخارج يوما بعد يوم لمدة أسبوع أو أسبوعين •

وتوفر النباتات التى تزرع عادة بغرف الدراسة ، مادة مناسبة لدراسة النباتات • ولكنها كثيرا مايساء استغلالها • فمن الممكن ملاحظة الجيرانيوم والسرخسيات واليذرة والبيجونيا والأنواع المختلفة من الأبصال ونباتات الصبار وغيرها من النباتات لمعرفة الاجابة عن أسئلة مثل: « أين تنمو الأوراق الجديدة ؟ » « أى النباتات أسرع نموا ؟ » « كيف تتشابه جميع النباتات فى نموها ؟ » « هل تتكون بذور على أى منها ؟ » « هل توجد أبواغ على السرخسيات ؟ » « هل تحتاج جميعها الى نفس القدر من الضوء والماء ؟ » • وبقائمة المراجع مجموعة من المراجع المفيدة ، وخاصة بالنسبة لزراعة النباتات داخل المبانى •

اكتشاف طرق تكاثر النباتات

ليست البذور الا احدى الطرق التى تتكاثر بها النباتات • ويستطيع التلاميذ أن يضعوا الخطة لخبرات تساعدهم على اكتشاف الطرق الأخرى • فبعض النباتات تتكاثر بالأبصال كما فى البصل • واذا قطع التلاميذ بصلة الى نصفين ، فانهم يستطيعون مشاهدتها من الداخل • ان البصل الذى يزرع فى التربة ويروى لا يلبث أن ينمو • واذا زرعت ثلاث بصلات أو أربع فمن الممكن اقتلاعها فى مراحل مختلفة من نموها لمعرفة كيف تنمو الأبصال الى نباتات . ويزرع البصل عادة عن طريق البذور أو الشتلات ، ومن الممكن زراعة النرجس وغيره من الأبصال داخل غرفة الدراسة اذا اتبعت التعليمات البسيطة التى تكون مصاحبة لها •

ومن الممكن زراعة نباتات جيرانيوم جديدة عن طريق العقل المأخوذة من نباتات أقدم • انزع معظم الأوراق الكبيرة وضع العقلة فى رمل رطب حتى تنمو الجذور • ومن الممكن زراعة نبات اليذرة بنفس الطريقة ، أو بوضع العقل فى الماء حتى تتكون الجذور • وعقل الصفصاف التى تؤتى بها الى المدرسة غالبا ماتبدأ فى تكوين الجذور ويمكن أن تزرع لكى تكون أشجار صفصاف اذا وضعت فى مكان رطب مناسب بالقرب من فناء المدرسة •

ويستطيع التلاميذ أن يشاهدوا السوق

الأرضية للبطاطس وهى تنمو الى نباتات اذا وضعوا بعض وحدات البطاطس فى تربة جيدة • واذا زرعوا عددا منها ، فمن الممكن أن يقتلع التلاميذ أحدها كل حين لمشاهدة أين تنمو الجذور، ومن أين تنبثق السوق ، وليلاحظوا أن البطاطس التى زرعت تضمحل ، ويرجع ذلك فيما يرجع اليه الى أنها تمد السيقان النامية بالغذاء • واذا تركت نباتات البطاطس لكى تنمو ، فان التلاميذ يستطيعون أن يشاهدوا السيقان الهوائية وهى تظهر فوق سطح الأرض ويشاهدوا الأوراق وهى تتكون • واذا تركت احدى أفراد البطاطس على المنضدة دون أن تزرع ، فان التلاميذ يستطيعون مشاهدة أن البراعم تبدأ فى النمو • ويلاحظوا كيف يختلف نمو البطاطس فى حالة عدم وجود التربة • واذا أخذ التلاميذ أحد نباتات «الفراولة»، سواء أكان بريا أم مزروعا ، بحيث يكون ناميا فى تربة خصيبة فى أصيص كبير ، فسوف يلاحظون أنه يرسل مدادات ، وأنه يوضح كيف تتكون النباتات الجديدة •

وليست هذه الأنواع من النشاط مع الأبصال والعقل ونباتات البطاطس « والفراولة » الا أمثلة للتجارب البسيطة التى كثيرا ماتهمل ، ولكنها ذات أهمية اذا كنا نريد أن نجعل العلوم شيئا حيا بالنسبة للأطفال •

فحص الأزهار

ان تركيب الأزهار وتكوين البذور بها من الموضوعات التى يميل الأطفال اليها ، ولا يصعب فى كثير من المناطق الحصول على الأزهار لتفحصها. وهنالك بطبيعة الحال أنواع متعددة من الأزهار للاختيار من بينها ، ولكن أزهار التيوليب وغيرها من الأبصال تكون كبيرة الأجزاء بحيث يسهل تفحصها • والغرض الرئيسى من تفحص الزهرة هو ادراك أن تركيبها يمكنها من انتاج البذور • وليس من اللازم فى المدرسة الابتدائية ، بل ولا من المرغوب فيه فى معظم الأحيان أن يتذكر التلاميذ أسماء جميع أجزاء الزهرة • وسوف يعلم التلاميذ عن طريق مايقرأونه ، أن عملية التلقيح أساسية لانتاج البذور الخصيبة • وأن البذور تتكون فى قاع الجزء الذى يسمى بالمبيض ، وأن المبيض هو عضو التأنيث فى الزهرة ، وأن حبوب اللقاح هى الجزء المذكر وأنها تكون محمولة على قمة السداة •

وقد يفحص التلاميذ الأزهار لكى يصلوا الى اجابة عن الأسئلة الآتية : « ماذا ينبغى أن يحدث قبل أن يمكن تكوين البذور فى الزهرة ؟ » « ماوظيفة الأجزاء المختلفة من الزهرة ؟ » « ماذا يقوم به النمل وغيره من الحشرات مما يساعد على انتاج البذور الخصيبة ؟ » •

وبعد أن يقوم التلاميذ بفحص الأزهار الكبيرة للأبصال ، فأنهم يستطيعون تفحص أزهار أخرى من وقت لآخر لمعرفة : « أين يوجد الجزء الذى يكون البذور ؟ » « أين يقع الجزء الذى به حبوب اللقاح ؟ » « كيف تصل حبوب اللقاح الى الجزء الذى يكون البذور ؟ » كما يمكن تفحص أزهار احدى الحدائق أو أزهار النباتات المنزلية بمجرد أن تأخذ فى الذبول ، ويجب أن يشجع التلاميذ على أن يحضروا معهم من البيت عينات من الأزهار توضح البذور فى أثناء تكوينها • ويعد القرع العسلى والقرع والشمام « والبسلة » والفاصوليا من النباتات المناسبة لفحص بذورها فى أثناء تكوينها ، وفى بعض هذه النباتات قد يمكن مشاهدة الأجزاء الميتة من الزهرة وهى لا تزال متدلية من الجزء الذى يحمل البذور •

تربية دودة القز

عندما يدرس التلاميذ كيف تتغير الحيوانات فى أثناء نموها ، فان تربية دودة القز تكون من الخبرات التى يميل اليها التلاميذ ، فهم يستطيعون مشاهدة البيض عند فقسه ، ويرون اليرقات وهى تأكل ، ويشاهدونها وهى تنمو وتنسلخ ، ويرونها

وهى تضع شرانقها ويراقبون الفراشات وهى تتزاوج ، ويرون البيض وهو يوضع وتبدأ دورة الحياة تارة أخرى • ومن الممكن أن يتم كل ذلك فى غرفة الدراسة فى مدى شهرين • وتعد أوراق شجر التوت غذاء أساسيا لدودة القز •

وبيض دودة القز ليس من الأشياء الغالية ، ويمكن شراؤه من متاجر الامدادات البيولوجية • ويكون البيض مزودا بالتعليمات اللازمة لتربيته • واذا وصل قبل ظهور أوراق التوت ، فمن الممكن حفظه فى ثلاجة كهربية حتى يتم اعداد الغذاء • ويفقس البيض فى فترة تتراوح بين سبعة أيام وعشرة أيام بعد آخراجه من الثلاجة • وتتغذى يرقات دودة القز نحو شهر ، ثم تصنع الشرانق • وتخرج الفراشات بعد نحو أسبوعين • وهى تتزاوج بعد خروجها من الشرانق مباشرة ، وتضع الاناث البيض ، ثم تموت الحشرات اليافعة • وتكفى كمية البيض التى يضعها عدد قليل من الفراشات لامداد منطقة بأسرها بالبيض • وكثيرا مايرغب التلاميذ فى أخذ البيض معهم الى منازلهم ، وتربية دودة القز فى أثناء الصيف • ويمكن حفظ البيض داخل الثلاجة فترة طويلة •

وتمثل الخطة العامة التالية لتربية دودة القز ــ وهى الخطة التى اتبعها تلاميذ احدى الفرق بالصف الخامس ــ طريقة من الطرق التى يمكن اتباعها •

١ ــ فتح صندوق البيض ، وتفحص التلاميذ البيض باستخدام عدسة مكبرة • سئل التلاميذ أسئلة عديدة عن البيض ، وسجلت هذه الأسئلة على السبورة للاجابة عنها مستقبلا •

٢ ــ سأل المدرس التلاميذ عن الأشياء التى ينبغى اعدادها لتربية دودة القز (الغذاء ، مكان لحفظها ، نظام التغذية ••• الخ) •

٣ ــ قرأ أحد تلاميذ الفرقة ، ممن يجيدون القراءة ، ورقة التعليمات التى جاءت مع البيض ، فى حين أصغى الآخرون واستمعوا الى المقترحات المقدمة لسد الحاجات التى تشير اليها تلك التعليمات •

٤ ــ ناقش التلاميذ التعليمات ووضعوا خطة ــ على أساس التطوع ــ للقيام بالأعمال المختلفة مثل اعداد الغذاء وتجهيزه وغير ذلك •

٥ ــ ذكر التلاميذ قائمة بمصادر المعلومات التى يريدون الحصول عليها لكى تعينهم على معرفة : « كيف تتغير دودة القز فى أثناء نموها ؟ » « ماأوجه الشبه وأوجه الخلاف بين دودة القز والحيوانات الأخرى من حيث طريقة النمو ؟ » •

ويمكن استخدام كثير من أمثال هذه الخطط لدراسة أى يرقة من اليرقات التى يحضرها التلاميذ معهم الى المدرسة • وينبغى تشجيع التلاميذ على احضار بعض أوراق النباتات التى يجدون اليرقات عليها ، ومحاولة تقديم أوراق مختلفة اليها فى حالة عدم التأكد من نوع الأوراق التى تتغذى اليرقات عليها •

تربية أبى ذنيبة

أينما يسمع نقيق الضفادع فى فصل الربيع ، فانه يوجد بيض الضفادع الذى يمكن الحصول عليه • وليس ترك هذا البيض ليفقس داخل الغرفة الدراسية بالأمر العسير ، وهو من الأمور التى تساعد على جعل الأطفال يشاهدون طريقة تطور بعض الحيوانات من البيض الى الحيوان اليافع •

وتضع الضفادع بيضها على هيئة كتل • وفى فصل الربيع يمكن الحصول على البيض من البرك والمياه الراكدة واحضاره الى المدرسة لمشاهدته • وينبغى ألا تحضر الا قليلا من هذا البيض ، فالضفادع من الحيوانات المفيدة اذا تركت فى بيئتها • وتلك فرصة مناسبة لتوجيه التلاميذ نحو المحافظة على الأشياء النافعة • واذا

وضع البيض فى آنية زجاجية (مثل برطمانات المخلل أو المربى) فانه يمكن مشاهدته بسهولة . واذا لم يكن بحوض تربية الحيوانات المائية أسماك أو سلاحف ، فانه يمكن حفظ بيض الضفادع ويرقات « أبى ذنيبة » بها . لاحظ أن تحضر مع ماء البركة بعض النباتات المائية ، فصغار « أبى ذنيبة » تتغذى بالطحالب والأجزاء النباتية والحيوانية المتحللة التى توجد بالنباتات المائية . وعندما تنمو حيوانات « أبى ذنيبة » ، فانها تستطيع أن تتغذى أيضا بالقطع الصغيرة من البيض الذى يكون قد سلق سلقا شديدا . أما اذا كان الماء قد أخذ من البركة ، فمن المحتمل أن يكون مشتملا على بعض المواد النباتية اللازمة لغذاء هذه الحيوانات .

ويتوقف طول الفترة اللازمة لفقس البيض ومعدل نمو «أبى ذنيبة» على نوع البيض . فبعض أنواع الضفادع تنضج بسرعة أكبر من غيرها . وفيما يلى خطة عامة استخدمتها احدى فرق الصف الرابع فى أثناء مشاهدة البيض « وأبى ذنيبة » :

١ ــ قامت لجنة المكتبة بجمع قراءات المادة عن الضفادع وبيضها من الكتب ودوائر المعارف، وعملت على توفيرها للتلاميذ .

٢ ــ لاحظ التلاميذ البيض لمشاهدة ماطرأ عليه من التغيرات عند فقسه ، ورسموا أشكالا كبيرة على السبورة لتوضيح هذه التغيرات .

٣ ــ لاحظ التلاميذ حيوانات « أبى ذنيبة » لمعرفة كيف تتحرك ، وكيف تكونت الأرجل الخلفية ، وماطرأ على الخياشيم ، وماطرأ على أذنابها (انظر صفحة ٢٧٤) .

٤ ــ قارن التلاميذ بين ماشاهدوه بأنفسهم وماقرءوه من المعلومات، وعملوا ملخصا لأهم التغيرات التى مر بها الحيوان وأشدها وضوحا .

٥ ــ قارن التلاميذ بين التغيرات التى تطرأ على الضفادع ودودة القز وغيرها من اليرقات والحيوانات .

مشاهدة عناية الحيوانات بصغارها

قد يعجب الانسان من كثرة عدد الأنواع الحيوانية التى ترعى صغارها ، والتى يمكن أن يشاهدها التلاميذ . ويستطيع التلاميذ أن يعملوا قائمة بالحيوانات التى يعرفون أنها تعيش فى البيئة ، ثم يقومون بعمل ترتيبات لمشاهدتها بأنفسهم وتقديم تقرير لزملائهم عما شاهدوه . ومن الأماكن التى يستطيع التلاميذ زيارتها سواء على هيئة فصل ، أو فى مجموعات صغيرة ، أو فرادى ، حديقة الحيوانات ، وأحد متاجر بيع الحيوانات الأليفة ، وحظيرة لتربية الكلاب ، ومكان لتربية العصافير، ومزرعة لحيوانات الفراء ، ومزرعة ألبان ، وفناء المدرسة أو احدى الحدائق لمشاهدة الطيور وحيوان السنجاب وغيرها من الحيوانات . ومن الممكن تشجيع التلاميذ على اكتشاف كيف تعنى الأسماك والزواحف والحشرات والبرمائيات والثدييات التى اقترحناها من قبل بصغارها .

ويستطيع التلاميذ ، لتوجيه الملاحظة ، أن يعدوا مجموعة من الأسئلة مثل : « كيف تغذى الصغار ؟ » « كيف تحمى الصغار ؟ » « ماطول الفترة التى تمكثها الصغار مع والديها ؟ » « هل يشترك كل من الوالدين فى رعاية الصغار ؟ »

ومما يهيىء مدخلا مناسبا للتربية الجنسية ، أن يشاهد الأطفال فى البيت وغيره من الأماكن مولد صغار الكلاب والقطط ، وملاحظة رعاية الأم لها والمناقشة الصريحة مع الآباء والمدرسين . ولا شك أن الاجابة اللبقة عن أسئلة الأطفال حول هذه الأمور تساعد على اشباع رغبة الأطفال فى حب الاستطلاع بطريقة طبيعية ، وتهيىء فرصة طبيعية أمام الوالدين والمدرسين لمناقشة الأمور الجنسية .

ملاحظة الحيوانات وهى تأكل

يعد وقت تناول الحيوانات لغذائها فى حديقة الحيوان ، من الأوقات المرموقة ، بالنسبة للمشاهدين وبالنسبة للحيوانات • ففى حديقة الحيوان ، يستطيع التلاميذ أن يلاحظوا كيف تتغذى الأنواع المختلفة من الحيوانات ، كما يستطيعون أن يروا كيف تتلاءم الحيوانات مع طرق حصولها على الغذاء • كما أن مشاهدة الحيوانات فى حديقة الحيوان تعطى أمثلة للطرق المختلفة التى تستخدمها الحيوانات لحماية أنفسها من أعدائها ، وللتحورات الشاذة للحصول على الغذاء ، وللمعيشة فى البيئات المختلفة •

وتوجد أمام التلاميذ أيضا داخل المدرسة والبيت وحولهما فرص وفيرة لمشاهدة كيف تحصل الحيوانات على غذائها • ومن الممكن أن يذكر التلاميذ جميع الحيوانات التى يستطيعون مشاهدتها ، وأن يضعوا خطة للمشاهدة ، ثم يعملوا تقريرا بما شاهدوه • وفيما يلى قائمة بالحيوانات التى ذكرها تلاميذ احدى الفرق بالصف الثالث : القواقع ، دودة الأرض ، الأسماك ، دودة القز ، العصافير ، أفراخ الدجاج ، الكلاب ، القطط ، الضفادع ، الخيل ، الأبقار ، الأغنام ، السنجاب • وقد تمت ملاحظة كل حيوان لمعرفة نوع الطعام الذى يأكله وأجزاء جسمه التى تساعده على تناول الطعام ، وأى أمر طريف آخر حول تناوله للطعام •

عمل حوض لتربية الحيوانات المائية

يعد عمل حوض لتربية الحيوانات المائية بغرفة الدراسة من الأمور ذات الفائدة الكبيرة فى دراسة حياة الحيوان • ففى هذا الحوض يمكن الاحتفاظ بالأسماك والقواقع « وأبى ذنيبة » وصغار السلاحف بسهولة كبيرة • كما أن ملاحظة الأنواع المختلفة من النباتات المائية تعد من الأمور الطريفة • ولا يكون للحوض المائى الذى يعمله المدرس فى أثناء الصيف وقبل أن تبدأ الدراسة من الأثر الطيب فى نفوس التلاميذ ، ولا من الفائدة لهم ، ما للحوض الذى يضعون خطته وينفذونها بأنفسهم • وغالبا مايتطوع الأطفال باحضار الأسماك من احدى البرك الخارجية الى المدرسة • ويعد ذلك من الأمور التى تحفز التلاميذ نحو عمل ذلك الحوض • فاذا حدث مثل ذلك ، فان الخطة قد تبدأ بأن يناقش التلاميذ أسئلة مثل : « مانوع المكان الذى سوف نعده لهذه الأسماك ؟ » « ما الأدوات التى سوف نحتاج اليها ؟ » « أين نستطيع الحصول عليها ؟ » « كيف نستعملها ؟ » • وبذلك تسنح الفرصة لاشراك التلاميذ فى العمل ولخدمة المجموعة والعمل الجماعى وتحمل المسئولية • وسوف تبقى النتيجة الملموسة لهذا التعاون واضحة الى فترة طويلة وبخاصة اذا نجح الحوض وكان من النوع الجيد •

واليك ماسوف تحتاج اليه من الأشياء لعمل الحوض : وعاء وبعض الرمل وبعض الأحجار الصغيرة وقليل من النباتات المائية وقليل من القواقع وبعض الأسماك • ومن الممكن أن يكون الوعاء بأى حجم وعلى أى شكل ، ولكن يحسن أن يكون على هيئة متوازى مستطيلات وأن تكون سعته نحو ثلاثة جالونات • ومن الممكن شراؤه محليا أو طلبه من أحد المتاجر التى تبيع هذه الأدوات • وتقدم كثير من هذه الدور تعليمات مفصلة عن طريقة عمل هذه الأحواض والعناية بها•

وقد تجد حوضا يمكنك استعارته من أحد الأشخاص فى جيرتك أو عند أحد مدرسى الأحياء بالمدرسة الثانوية المجاورة • نظف الحوض جيدا • ومن الممكن أن تحصل على الرمل من مصادر متعددة : من الشاطىء أو من أحد التكوينات الرملية التى تصنعها الأنهار أو من متجر أحد المقاولين أو من أحد متاجر الحيوانات الأليفة • اغسل الرمل جيدا بأن تدع الماء يمر خلاله حتى يصير الماء رائقا • ويحسن أن تحصل على النباتات

المائية من المخازن الخاصة بها ، ولو أنه من الممكن أن تحصل عليها من بعض مجارى المياه المتحركة أو من البحيرات • واذا كان لدى بعض الأشخاص فى البيئة فسقية أو بركة بها نباتات مائية ، فقد يمكنك أن تحصل منها على بعض هذه النباتات • ومن الممكن شراء بعض النباتات المائية من أحد المتاجر التى تبيع الحيوانات الأليفة ، ويعد ذلك من الخبرات الطريفة بالنسبة لطفل صغير أو مجموعة من الأطفال • فاذا ماذهبوا الى أحد هذه المحال ، فمن الممكن أن يشتروا أيضا بعض القواقع • ويكفيك قليل منها ، فسوف يكون لديك عدد كبير منها بعد فترة قصيرة •

فاذا تم جمع المواد ، فضع مع الأطفال خطة لاضافة المواد بعضها الى بعض • وينبغى أن تتأكد من خلو الماء من الكلور وغيره من المواد الكيموية التى قد تكون ضارة بالأحياء المائية • فاذا كنت تستخدم ماء الصنابير المعتاد ، فصبه من اناء لآخر عدة مرات حتى يتصاعد فى الهواء ماقد يكون به من الكلور ، ثم اتركه فى اناء نحو يوم قبل أن تضع فيه الحيوانات والنباتات • وبعد أن تضع الرمل فى قاع الحوض ، غطه بطبق أو صفيحة حتى لايضطرب سطح الرمل عند صب الماء فوقه ، ثم املأ الحوض الى منتصفه بالماء ، وازرع النباتات المائية مع ملاحظة وضع بعض قطع الأحجار حول قواعد النباتات لكى تساعد على تثبيتها بالقاع • ثم أكمل الحوض بالماء ، وضع السمك والقواقع • وقد تحب أن تضيف فيما بعد بعض الحيوانات « أبى ذنيبة » أو بعض الحيوانات المائية المناسبة الأخرى ، وبعد أن تنتهى من عمل الحوض ، يمكنك أن تغطيه بقطعة من الزجاج لمنع بخر الماء •

وبالرغم من كثرة استخدام الأسماك الذهبية فى الأحواض المائية ، فمن الممكن استخدام أنواع أخرى من الأسماك • مع ملاحظة أن الأسماك الاستوائية تحتاج الى عناية كبيرة • لذلك ينبغى أن تبقى حرارة الماء ثابتة تقريبا • ولا تستطيع هذه الأسماك لأسباب أخرى أن تعيش بسهولة فى الأحواض التى تحفظ بالغرف الدراسية الا اذا جعل المدرس أو أحد التلاميذ تربيتها هواية له وأولاها عناية كبيرة •

وبعد أن يكتمل الحوض ، فانه اذا كانت النسبة بين ما به من النباتات المائية والأسماك صحيحة ، فانه سوف لا يحتاج الا الى قليل من الرعاية ، لأن النباتات والحيوانات تعتمد بعضها على بعض اعتمادا متبادلا • فالنباتات تخرج فى الماء غاز الأوكسجين فى عملية تكوين غذائها وتستعمل غاز ثانى أكسيد الكربون • والحيوانات تستعمل هذا الأوكسجين فى تنفسها وتخرج ثانى أكسيد الكربون • وعندما يحدث مثل هذا التوازن ، فليس من الضرورى تغيير الماء الا اذا أفسده شىء • ويوضح ذلك لماذا يمكن تغطية الحوض بقطعة من الزجاج •

وغالبا مايكون التجريب لازما لاكتشاف النسبة الصحيحة بين النباتات والحيوانات • وتعد التغذية الزائدة عن الحد من الأسباب الرئيسية لموت الأسماك بالأحواض • لذلك ينبغى تحذير التلاميذ منها •

وتحتوى النشرة الخاصة بأحواض المياه العذبة على مزيد من المعلومات من هذه الأحواض •

وتساعد الأحواض المائية فى حل كثير من المشكلات التى تنشأ عند دراسة الحيوانات والنباتات عند تدريس الفصول الخاصة بالكائنات الحية ، وهى تساعد التلاميذ على ملاحظة حياة الحيوان لكى يروا كيف تتلاءم الحيوانات فى الماء • كما أنها تهيىء الفرص أمام التلاميذ لمشاهدة الحيوانات والنباتات ليروا كيف تنمو وكيف تتغير فى أثناء النمو •

إعداد حوض جاف لتربية بعض الحيوانات الأرضية

يسمى الحوض الأرضى الذى يعد لتربية بعض الحيوانات والنباتات الأرضية تيراريوم Terrarium • فالتيراريوم بيئة أرضية

لتربية بعض الحيوانات والنباتات الأرضية • وهو يشتمل على نباتات صغيرة وطحالب وأحجار وتربة خصبة.وبعض الحيوانات مثل الضفادع أو الثعابين الصـــغيرة أو السلاحف أو السلامندر • والخطة العامة التى اقترحناها لكى تتبع مع الأطفال فى تجهيز الأحواض المائية تصلح أيضا فى اعداد هذه الآنية أو الأحواض •

ومن الممكن أن يكون الاناء الذى يستخدم لهذا الغرض بأى شكل أو حجم • وقد يختلف من برطمان زجاجى سعته جالون الى حوض كبير من تلك الأحواض التى تســـتخدمها لعمل الأحواض المائيـــة • واذا كان لدينـــا حوض مائى مثقوب فلا مانع من استعماله لهذا الغرض •

والقيام برحلة الى احدى الغابات بقصد جمع المواد اللازمة يعد خبرة مفيدة ، فهو يهيىء فرصة للملاحظة الدقيقة ، ويعطى التلاميذ درســـا فى المحافظة على الثروة الطبيعية • خـــذ قليـــلا من الطحالب المتعددة الأنواع وقليلا من الأنواع المختلفة من نباتات الغابات وبعض الأتربة • وأى شىء آخر تعتقد أنه يكسب هـــذه المزرعة الصغيرة منظر الغابات • لا تجمع النباتات النادرة واستغل هذا الموقف (عثورك على بعض هذه النباتات) لكى توجه التلاميذ الى أســـاليب المحافظة على الثروة الطبيعية • واذا وضعت فى قاع الاناء بعض قطع الفحم النباتى الذى يمكن العثور عليه من حريق الاخشاب ، فانه يســاعد على امتصاص الغـــازات ويمنع ازدياد حموضة التربة •

غط قاع الاناء بحصى غليظ أو رمل ، وادفن فيه بضع قطع من الفحم النباتى ، ثم أضف اليه قدرا من التربة الجيدة التى تحصل عليها من احدى الغابات • ازرع النباتات الصغيرة فى هذه التربة، ثم غط بقية التربة بالطحالب، وضع بعض الأحجار ذات الألوان الزاهية هنـــا وهنالك حيث تلتقى الأجزاء المختلفة من الطحالب ، فانها تزيد هـــذه المزرعة الصـــغيرة جمـــالا • اغمس فى التـــربة والطحالب طبقا صغيرا لكى يوضع به الماء ، ثم غط الحوض بقطعة من الزجاج مناســـبة لحجم الاناء • فاذا انتهيت من زراعة النباتات ، فرشها بالماء ، وضع بعض الماء فى الطبق ، وبذلك يكون الحوض قد أصبح معدا لاستقبال الحيوانات • وقد يكون من الضرورى أحيانا أن تضيف مزيدا من الماء ، فالماء سوف يتبخر ويتكثف تبعا لتغيرات الحرارة ، بذلك يحدث مايشبه المطر داخل الحوض • وتعد ملاحظة هذه الظاهرة ذات أهمية كبيرة فى دراسة الهواء والجو • وهنالك بطبيعة الحال طرق متعددة أخرى لعمل هذه الأحواض •

مصادر لبحثها

١ – نوادى البساتين للمعلومات وللعثـــور على خبير يساعد فى عمل حديقة المدرسة •

٢ – كتالوجات البذور للصـــور وللحصول على معـــلومات عن البذور واعداد التـــربة والعناية بالنباتات •

٣ – الخبير الزراعى بالمنطقة ومدرس التربيـــة الزراعية بالمدرسة الثانوية للمساعدة فى اجـراء التجارب على النباتات والاجابة عن الأسئلة وغير ذلك من الأمور •

٤ – أصـــحاب محـــال الأزهـــار والمشـــاتل والبستانيون للحصول على التربة وغيرها من المواد وللحصول على المعـــلومات عن طـــرق زراعـــة بعض النباتات فى الغرفة الدراسية وفى الحدائق الخلوية •

٥ – محلات الأدوات الصينية للحصـــول على بعض الأدوات ، وبعض المحـــال الخاصـــة ببيع البذور وكتالوجاتها ، وللحصول على معلومات عن الأسمدة •

٦ – متاجر الحيوانات الأليفة وتجارها للحصول

على معلومات عن العناية بالحيوانات وللحصول على المعدات ٠

٧ ـ مستشفيات الحيوانات للحصول على معلومات عن طرق العناية بالحيوانات ومن أجل مساعدات أخرى ٠

٨ ـ الفلاحون الممتازون للحصول على معلومات عن المحصولات المحلية وكيف تورع وطرق رعايتها ٠

٩ ـ المشتغلون بالغابات لمعرفة كيف تجمع بذور الأشجار وكيف تزرع وكيف يعنى بالأشجار الصغيرة ٠

١٠ ـ كلية الزراعة بالمنطقة ومحطات التجارب للحصول على معلومات عن التجارب الخاصة بنمو النبات وغير ذلك من المعلومات ٠

١١ ـ حدائق الحيوانات للحصول على معلومات عن مساكن الحيوانات وطرق تغذيتها ٠

١٢ ـ المتاحف والحدائق النباتية لزيادة فهم التقسيم المنظم للنباتات والحيوانات ٠

١٣ ـ المصادر المحلية لدراسة النباتات والحيوانات الحية فى بيئتها : الحدائق العامة ، البرك ، البحيرات ، المجارى المائية ، المستنقعات ، الحقول ، أراضى الغابات ، قطع أراضى الفضاء ، المراعى ، الحدائق المنزلية ، الأشجار التى بالشوارع ، شواطىء البحار والأنهار ٠٠٠ الخ ٠



الفصل الثانى عشر – أ

الكائنات الحية وفصول السنة

ان أمواج الحياة تعلو وتهبط مع الفصول . وتسير التغيرات فى الحيـاة موازية لما يطرأ على موضع الشمس من التغير ؛ ففى الربيع تشع الشمس الدفء على الأرض ، فينطلق الماء من أسر الصقيع فتقتنصه الأوراق الخضراء ليساعد على تكوين الغذاء . وعندما يشيع الدفء فى الأرض يهتز عالم الحيوان ويصحو من نومة الشتاء .

وفى المناطق المعتدلة تحدث أشد التغيرات الموسمية وضوحا فى فصلى الربيع والخريف . أما فى فصل الشتاء فان الحياة تبدو هامدة . والواقع أنها ليست كذلك . فلقد كانت هنالك تغيرات بطيئة فى كل من النبات والحيوان ولكنها تغيرات تخفى على النظرة العابرة . وكلما ظهرت الشمس عالية فى السماء مع مقدم الربيع ، ازدادت سرعة هذه العمليات وقد يكفى يوم واحـد ليعلن عن وجودها . فأولى أزهار الربيع تبدو كما لو كانت تفتحت بين عشية وضحاها ، ومايكاد الناس المنهكون يتخلصون من فصل الشتاء حتى يرحبوا بطائر الربين (أبو الحسن) المغرد . وبينما لا يزال الثلج على الأرض ، تسرى العصارة فى أشجار الأسر . والصيف هو فصل النمو المكتمل الذى تحمل فيه الأشجار والأعشاب أغزر أوراقها وتصير تربية الصغار الشغل الشاغل للحيوانات . ويقوم كل من الحيوان والنبات بادخار الغذاء للاستعانة به على برد الشتاء القادم . وما يكاد يحل الخريف حتى تكون الطيور المهاجرة فى طريق عودتها الى المناطق الدافئة . وتنفض الأشجار ذات الأوراق العريضة أثواب الربيع بعد أن تصبغها بمختلف الألوان . وتلجأ الحيوانات ذات البيات الشتوى الى أوكارها وتتأهب لنومتها الشتوية الطويلة . أما الحيوانات التى تبقى نشطة فى فصل الشـتاء فقد تغير من فرائها لكى تتلاءم مـع لون بيئاتها . ومـع مقدم الشتاء يقل النشاط الى أدنى حدوده ، ولا يرى من الحيوانات الا قلة صامدة ، أما عالم النبات فيظل نائما فى التربة المتجمدة .

الحيوانات فى الربيع

الربيع هو موسم التجديد ؛ ففيه يبعث عالم الحيوان من موتة الشتاء • ومن أولى الحيوانات الجديدة التى تشاهد فى ربيع المناطق الشمالية ، الطيور المهاجرة ؛ فقبل أن تبدأ الطيور رحلتها صوب الشمال بأسابيع ، وفى الأيام الأولى من شهر مارس ، تطالعنا بشائرها ، يتقدمها عصفور الروبين الذى تضرب به الأمثال ، ثم يلحق به الببغاء المغرد ، والطيور السوداء ذات الأجنحة الحمراء • وفى شهر مايو تكون الهجرة على أشدها. وتكون البلابل بأنواعها المختلفة والسمان والعصافير المختلفة فى أوجها متجهة نحو مواطنها الأصلية • واذا استيقظ الانسان مبكرا قبل مطلع الشمس وذهب الى الريف أو منتزه المدينة فسوف يستمتع بالاستماع الى تغريد الطيور فى الصباح الباكر • وتستعرض ذكور الطيور ريشها البديع وتستغرق فى استعراضات غزلها البهلوانية ، ثم تأخذ الطيور فى بناء عشوشها ووضع البيض ورعاية الصغار • ويستغرق ذلك وقتا كبيرا منها • ويستمر حتى يحل الصيف •

وفى هذا الفصل يبلغ الدافع الشديد نحو التكاثر والمحافظة على النوع أشده فى معظم الحيوانات ، وتضع الأسماك والضفادع بيضها ، ثم لا يلبث الماء أن يزدحم بالأجيال الجديدة • ويعلو نقيق الضفادع معلنا عن موسم وضع بيضها • انها تعلن عنه بنقيقها الصافى الجميل الذى يسمع فى شهر مارس •

وتخرج الحشرات من بياتها الشتوى وتبدأ دورة حياتها من جديد وتقضى بعض الحشرات طورها اليافع فى فصل الشتاء ، فمن الفراشات مايرى متهاويا فوق الضفاف الثلجية فى مطلع فصل الربيع • وتلك الفراشات حشرات يافعة تكونت فى الخريف السابق ثم باتت بياتها الشتوى. وهى ظاهرة نادرة الحدوث جدا بين الفراشات • فمن المعتاد أن تموت الحشرات اليافعة فى الخريف غير تاركة وراءها الا البيض الذى وضعته • والواقع أن معظم الحشرات تقضى الشتاء فى طور البيض ، وعندما يسخن الهواء يفقس البيض ثم تأخذ اليرقات فى البحث عن الطعام •

النباتات فى الربيع

ان السنابل والأبصال وغيرها من أزهار عيد الربيع هى التى تؤكد لسكان المدن مقدم الربيع • أما سكان الريف ، أو حتى أولئك الذين يسكنون بالقرب من أحد المتنزهات فيرون بشائر أزهار الربيع قبل ذلك بكثير • وفى مقدمة النباتات التى تزهر مبكرة ذلك النبات ذو الرائحة الكريهة الذى يسمى الكرنب النتن • فبينما لايزال الثلج يغطى الأرض فان هذه الزهرة الصامدة الخضراء تدفع بهامتها خلال الطين الذى تعيش فيه وتظهر الأزهار برءوسها المغطاة قبل أن تستقيم أوراق النبات التى تشبه أوراق الكرنب • وقد لا تجذب الرائحة التى يشتق هذا النبات اسمه منها الانسان ، ولكنها تجذب الذباب وغيره من الحشرات التى تعد ضرورية لتلقيح النبات • أما غادة الربيع Spring Beauty فتنبثق من بين ماينتج من الأوراق النباتية على هيئة كومة بقاع الغابة ، ثم يعقبها خاتم سليمان ، والجيرانيوم البرى وغيرهما •

وتنتفخ البراعم التى على الأشجار انتفاخا واضحا فى هذا الوقت ثم لا تلبث الأوراق أن تنبثق بصورة تكاد تكون مفاجئة • ومع ذلك فان هذا النمو ليس فجائيا • ان الأوراق التى بالبرعم قد كونتها الشجرة فى الصيف السابق. واذا فتحت برعما ورقيا فى الشتاء فسوف تجد به وريقات صغيرة ولكنها كاملة ، والذى يحدث فى الربيع فيجعل انبثاق الأوراق سريعا هو اندفاع الماء الذى حصل عليه النبات حديثا • ان الماء يملأ خلايا الأوراق الدقيقة فيؤدى الى انتفاخها بحيث تتباعد حراشيف البرعم بقوة وتنبثق • وفى كثير من الأشجار كما فى الزان الأحمر ، تتفتح البراعم



هـذه اليرقة الشرهة تتغـذى على أوراق البلوط .

الزهرية قبل البراعم الورقية فتمتلىء الأغصـان العارية بالأزهار الملونة قبل ظهور الأوراق الخضراء والصفراء .

ومن مظاهر الربيع الرائعة أيضا مما يتصل بالأشجار ، سرعة سريان العصارة بمجرد توافر الماء فى التربة ؛ فالعصارة تبدأ سريانها فى أشجار الآسر السكرى . والربيع هو وقت تكوين السكر بهذه النباتات فى الولايات الشمالية الشرقية فى الولايات المتحدة . وعندما يعمل ثقب خلال قلف شجرة السكرى فان العصـارة تسـيل من تلك الفتحة خـلال أنبوبة مجوفة توضـع فى الثقب وتجمع فى آنيـة تعلق على الشـجرة . وتجمع العصارة ثم تغلى فى غلايات كبيرة حتى يتكون شراب الآسر ، ويغلى بعض الشراب مرة أخرى حتى يفقد معظم الماء ، وبذلك يمكن الحصول على شكر صلب . ان الطعم السكرى الحلو لأول رشفة من عصارة الآسر السكرى يعد من ذكريات الطفولة الممتعة لأولئك الذين يسعدهم الحظ بالسكنى فى المناطق التى تنمو فيها أشـجار الآسر السكرى بكثرة .

الحيوانات فى الصيف

الصيف موسم الكثرة والازدهار . فالغذاء وفير ، والأرض دافئة ، والنهار طويل ولكنه حتى فى أوج الكثرة ، يتم الاسـتعداد للأيام العجاف القادمة . وليس من الصواب القول بأن الكائنات الحية تستعد لمقدم الشتاء فالاستعداد يقصد به عادة سلوك شعورى فيه توقع لحالة مستقبلة . أما الاستعدادات المشار اليها فى هـذا الفصل فهى أنماط سلوكية آلية مركبة فى أجسامها لا تتضمن تخطيطا شعوريا . ويقتضى هذا العمل فى عالم الحيوان ادخار الطعام لاستخدامه فى أيام الشتاء البارد حينما يقل الطعام .

وبعض الحيـوانات مثـل السنجاب ، تدخر البندق وغيره من أنواع الغذاء فى مخابىء حيث تسـتطيع أن تجدها فى منتصف الشـتاء . والثدييات الأخرى التى تقضى الشـتاء فى نوم طويل لابد لهـا هى الأخرى أن تدخر الغذاء . ولكنها تدخره داخل أجسامها . فالدب الأسـود يتغذى بشراهة فى أثناء الصيف وبداية الخريف ويختزن الدهن الذى يستخدمه فى بياته الشتوى. ويزداد فأر الجبل سـمنة وبطئا حتى اذا واتاه الخريف صار فريسة سهلة لبندقية الفلاح .

والطيـور التى تهاجر جنـوبا فى الخريف تشتغل هى الأخرى باختزان مزيد من الغذاء فى

اجسامها ، وبرغم أن كثيرا منها يتغذى فى الطريق فى أثناء هجرته فان بعضها الآخر يعبر مسطحات مائية كبرى مثل خليج المكسيك ، وهى تحتاج الى مزيد من الغذاء لتشد به أزرها فى أثناء الطيران ·

وتشغل العناية بتربية الصغار كثيرا من الحيوانات الراقية ، وبخاصة الطيور والثدييات فى أثناء الصيف · وفى الطيور لابد للصغار من أن تتغذى كما لابد من أن تتعلم الطيران · وهنالك بعض الطيور التى تستطيع أن تعتمد على أنفسها بمجرد خروجها من البيض · والدجاج المعتاد مثال جيد لهذا النوع · وكذلك الحال فى بعض الطيور الشاطئية المهاجرة ، ولكن معظم طيورنا المغردة تولد ضعيفة عديمة الحول · وتقضى آباؤها ساعات النهار باحثة عن الطعام دون انقطاع ثم تقدم غالبية هذا الطعام لصغارها · وفى بعض الأنواع تقوم الطيور الآباء بهضم الطعام هضما جزئيا ثم تضعه فى فم صغارها · وتفر بعض الطيور من واجبات الأبوة · فطائر البقر Cowbird يضع بيضه فى عشوش الطيور الأخرى·وبخاصة الطيور الصغيرة مثل العصافير ، وعندما يفرخ البيض تزحم أفراخه الكبيرة نسبيا الأسرة صاحبة الدار وتقتنص الغذاء الذى كان من حق صغار أصحاب الدار ·

وتظهر الفقاريات ذات الدم البارد قليلا من العناية بصغارها فمعظمها يضع البيض ثم يرحل· وعلى الصغار بعد ذلك أن تواجه أخطار الحياة وحدها بمجرد خروجها من البيض · فحيوانات « أبى ذُنيبة » الصغيرة التى تخرج من بيضها الهلامى تتغذى بالأجزاء النباتية التى بالمستنقعات وتصير سمينة · ثم تتكون لها أطراف خلفية ثم أطراف أمامية ثم يتحول « أبو ذنيبة » الى ضفدعة صغيرة وعندئذ تتغير طبيعة الغذاء ، فالضفادع تعيش على غذاء حيوانى ، فهى تأكل الحشرات والديدان ·

وتولى الثدييات صغارها عناية كبيرة · فالابوسم Opossum ـ وهو من أدنى الحيوانات الثديية مرتبة ـ يلد صغارا ناقصة التكوين لايصل حجم الواحدة منها الى حجم نحلة العسل · ثم تنتقل هذه الصغار الى جيب على بطن الأم حيث يكتمل نموها ومن الممكن أن ترى الصغار بعد ذلك لفترة طويلة ملتصقة بالأم فى أثناء تجوالها باحثة عن الغذاء ·

والأبوسم هو الحيوان الأمريكى الجيبى الوحيد · وتوجد حيوانات جيبية أخرى وبخاصة فى استراليا ، ومن أمثلتها الكنجر والولابى Wallaby .

أما الثدييات الشائعة الأخرى كالغزلان والثعالب والأرانب والحيوانات الأليفة طبعا كالأغنام والأبقار والخيول ، فتبقى صغارها قريبة منها مدة طفولتها وتغذى الصغار وتحميها حتى تستقل · والصيف هو وقت الأسرة ·

النباتات فى الصيف

ان الربيع هو موسم نضج البذور والثمار · وتحتوىُ البذرة على جنين أو نبات صغير غير مكتمل وقدر من الغذاء وأغلفة واقية · وعلى ذلك فان البذرة وماتحتويه تعد الوسيلة التى يمكن بها انتاج الأجيال الجديدة ·

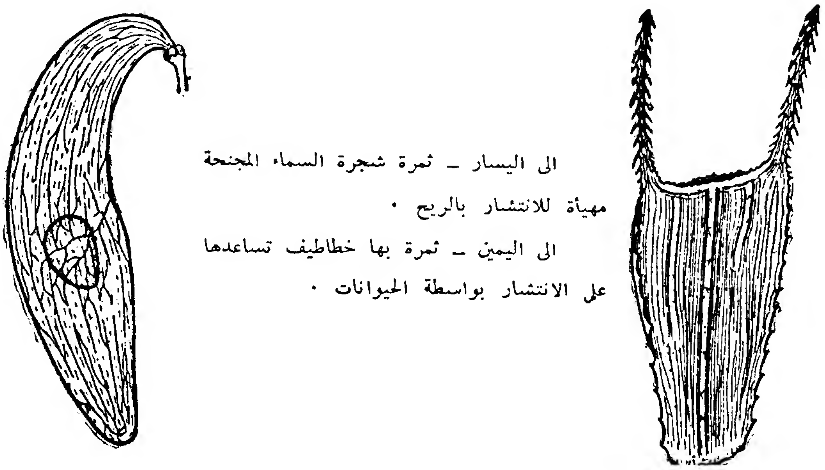
انتشار البذور : ليس تكوين الثمرة بما فيها من البذور الا الخطوة الأولى فى تكاثر النباتات، ولابد من أن تصل البذرة الى مكان مناسب لها لكى تنمو فى العام التالى · فاذا كان النبات من النباتات المعمرة التى تطول حياتها عاما بعد آخر فانه لا يكفى أن تسقط بذوره على الأرض فى نفس البقعة ؛ ذلك أن النبات القديم بمجموعه الجذرى الضارب سوف يستنزف الماء من المنطقة المجاورة فيحرم بذلك النبات الجديد من الماء الذى يحتاج اليه · وحتى اذا استطاعت البذور أن تجد الماء اللازم لاستنباتها فان البادرة قد تموت بسبب عدم توافر ضوء الشمس اللازم للحياة · فالنبات

الأصـلى بأوراقه المنتشرة سـوف يظلل النبات الصغير ويحول بينه وبين القيام بعملية التمثيل الضوئى الضرورية لحياته. ويتم تجنب هذا الصراع مع النبات الحديث والقديم عن طريق انتشـار البذور • وتعد دراسة الطرق والوسائل المختلفة التى تلجأ اليها البذور للانتشار ، من الدراسات الممتازة لتكيف النبات ، وسوف تدرس كيـف تتهيأ البذور للانتشار بواسطة الرياح والحيوانات والماء •

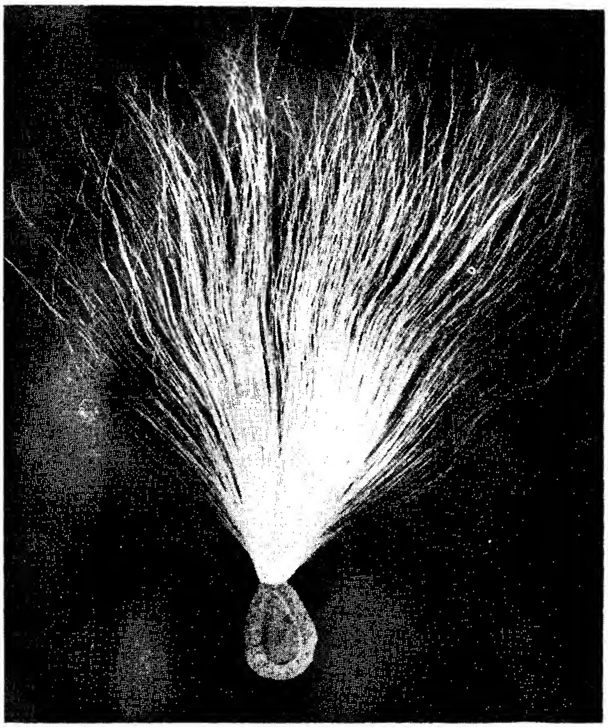
تنتشر كثـير من البذور بالرياح • ويزود بعض هذه البذور والثمار بريش دقيق أو زغب أو شعر يقوم بعمل مظلات الهبوط ، وبذلك تبقى البذرة معلقـة فى الهواء فترة تكفى لكى تجعل الرياح تدفعها الى مسافة ما • ومن الأمثلة المألوفة للنباتات ذات البذور المهيأة بهذه الصورة نباتات ذيل القط وعشب اللبن والآسر ، والداندليون ، وأشـجار السـيكامور • ويعرف الأطفال بذور الداندليون العطرية التى تتكون من كرات رمادية يتصل بكل منهـا « براشوت » دقيق ويتسابق الأطفال فى تطيير جميـع بذور ثمرة الداندليون بنفخها أقل عدد من المرات • وهنالك بذور أخرى ذات أجنحة تهيئها للقيام برحلات فى الهواء • فمن ذلك ثمرة شجر الآسر ، والتيوليب والصنوبر وشـجر الألم أو الدردار elm • وقد يتم الانتشار الهوائى أحيانا عن طريق انتقال النبات بأكمله ، وحينما يكون هـذا النبات ناضجا فانه يتدحرج فوق الأرض ويسقط البذور كما يحدث فى مجمـوعة من الأعشاب المتدحرجة التى منها الامارانثس Amaranth وبعض النجيليات •

أما البذور المهيأة للانتشار بوساطة الحيوانات فقد تكون ثمارها من النوع الذى يؤكل ، وتكون بذورها مغطاة بأغلفة غـير قابلة للهضم • ففى تلك الحالة كما فى التفاح ، فان الجزء اللحمى من الثمرة وبه البذور يأكله حيوان مثل الغزال • وتحول القشرة غير القابلة للهضـم دون تلف البذور فى العصارات التى يفرزها الجهاز الهضمى للحيوان ، وأخـيرا تخرج البذور مع فضـلات الحيوان • وغالبا مايكون الحيوان عندئذ فى مكان بعيد عن المكـان الذى نمت فيه الثمرة الأولى • وبذلك ينتشر النبات •

ويقوم انتشار ثمار البندق الذى يؤكل مثل الجـوز Walnuts والأكورن acorns والفول السودانى على تحور بسيط لهذه العملية • فاذا أكل الحيوان البندقة ، فان البذرة سوف تتلف بطبيعة الحال • ولكن كثـيرا من الحيوانات مثل السنجاب وفيران الغيط ، تدفن هذه الثمار فى الأرض لكى تتغذى بها فيما بعد • وقد تنمو تلك الثمار التى ينساها الحيوان فى الربيع التـالى وتنتشر •



الى اليسار ـ ثمرة شجرة السماء المجنحة مهيأة للانتشار بالريح •
الى اليمين ـ ثمرة بها خطاطيف تساعدها على الانتشار بواسطة الحيوانات •



تساعد هـــذه الخيـوط الحريرية لثمرة (الجعضيض) انتشارها بالرياح ٠

وتساعد الحيوانات على انتشار البذور بطريقة أخرى ٠ فلبعض البذور خطافات تلتصق بفروة الحيوان عندما يحك نفسه بالنبات،ثم تسقط البذور فيما بعد عن الحيوان ، ولكن الحيوان يكون حينئذ قد حمل البذرة بعيداً عن موطنها الأصلى ٠

وتعد نباتات الليـــه Burdocks والعليق Sticktights وقراد الشحاذين Beggars ticks أمثلة للبذور التى تنتقل على فراء الحيوانات أو ثياب الناس لكى تنتشر ٠

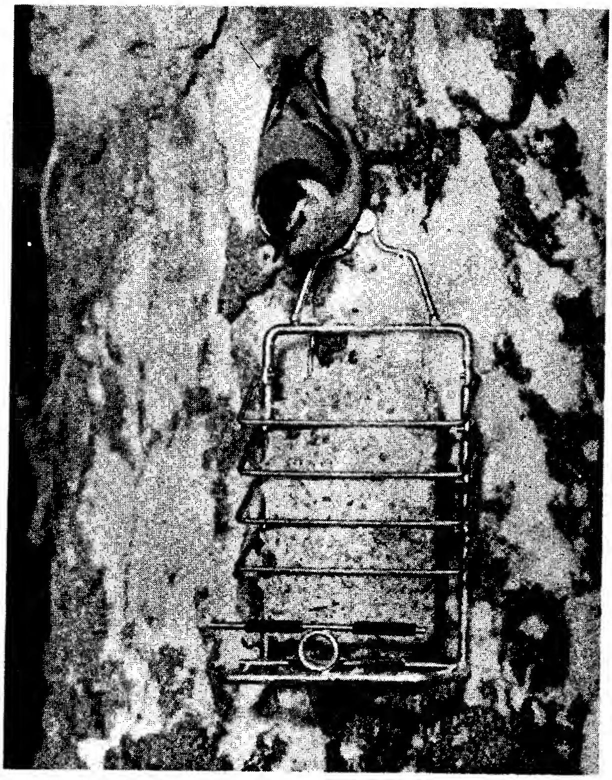
ويعد الماء كذلك عاملا من عوامل انتشار البذور ٠ فكثـــيرا ماتنتقل البـذور والثمار الى مسافات قصيرة بواسطة الأمطار ، أو الى مسافات طويلة فى مجارى المياه ٠ ومن أروع أمثلة انتشار البذور بالمـــاء ما يحدث فى بذور جوز الهند ٠ فثمرة جوز الهند عندما تؤخذ من أشجارها تكون ثقيلة ويتكون جزؤها الخارجى من ألياف متداخلة بعضها فى بعض مكونة نسيجا يضم فيما بينه قدرا من الهواء ٠ ويزال هذا الغلاف الخارجى قبل أن تصل ثمرة جوز الهند الى السوق ٠ ويكون هذا الغلاف من الخفة بحيث يستطيع أن يحمل البندقة الداخلية التى تحتـوى على الجنين ويكون غطاء جوزة الهنـد غـير منفذ للمـاء ، وهى صفة أســـاسية أخرى من صفات الثمار التى يحملها الماء ٠ ونستطيع أن نتصور مدى أهمية هـــذه الصفة اذا علمنا أن نخيل جوز الهند يعد من أول النباتات التى تظهر على الجزر المرجانية ذات النشأة الحديثة فى جنوب المحيط الهادى ٠ فمما لا شك فيه أن بعض هـــذه الثمار ربما تكون قد طفت آلاف الأميال على سطح المحيط قبل وصولها الى هذه الجزر ٠

ادخار الغذاء : تعد جوزة الهند مثالا لتوضيح كيف يدخر النبات داخل بذوره قدرا كبـيرا من الغذاء الذى يصنعه ٠ ويعد هـذا الغذاء ضروريا لاستنبات البذرة بعد انفصالها عن النبات الأصلى ويدخر كثير من نباتاتنا النافعة القدر الزائد من الغذاء الذى يصنعه صيفا فى الجذور أو السوق أو الأوراق ٠ فبعضها يدخر الغذاء فى الجذر الذى يصير كبيرا ومنتفخا ، وتسمى مثل هذه الجذور بالجـذور الوتدية ، ومن أمثلتها الجيـــدة الجزر ، والبنجر والفجل واللفت ٠ وبعض النباتات يدخر الغذاء فى الساق ٠ ومن خير أمثلة هـــذا النوع البطاطس ، الذى هـو سـاق متضخمة منتفخة وتسمى مثل هذه السيقان درنات ٠

واذا قطعت احدى درنات البطاطس بحيث تحتوى القطعة على عين ، ثم زرعت فانه ينمو منها نبات بطاطس جديد ، لأن العين تحتوى على عدة براعم صغيرة ٠ ومن الأمثلة الأخرى التى تجمع بين الادخار والتكاثر مانشاهده فى ابصـال بعض النباتات ؛ فالبصلة تتكون من أوراق متشحمة ملتفة حول ساق قصيرة جداً ٠ والغذاء المختزن فى البصـــلة يجعل النبات ينمو نموا سريعا فى الربيع ٠ وهذا هو السبب فى أن الأبصال تكون من أسبق الأزهار ظهورا ومن أمثلة هذه الأبصال التيوليب والهياسنث والدافوديلز ٠

الحيوانات فى الخريف

يعد الخريف فى المناطق المعتدلة فترة التهيؤ لاستقبال الشتاء ٠ ويحدث تغير الفصول بصـورة تدريجية ؛ اذ تلتحم نهاية الفصل مع بداية الفصل الذى يليه بطريقة غير ملحوظة ، وكذلك الحال فى استعداد الكائنات الحية للفصل التالى ، فهو يتم بصورة تدريجية ٠



ناقر الجوز وهو يتناول الوجبة التى وضعت له فى مكان تغذيته الشتوى ·

الهجرة : تبدأ أولى الطيور المهاجرة رحلتها صوب الجنوب فى شهر يوليو · ومن بين هذه الطيور بعض الطيور الشاطئية ونستطيع أن نقول بوجه عام ان آخر الطيور أوبة فى الربيع هى أولها هجرة فى الخريف · وتتم الحركات فى الجنوب فى موجات · فاذا انخفضت درجة حرارة الجو فجأة فان ذلك يؤدى الى هجرة دفعة كثيفة من الطيور · أما اذا بقى الجو معتدلا وقريبا من جو الصيف فان الطيور تهاجر فى أسراب صغيرة · ويحدث مثل ذلك فى شهر أكتوبر حيث تهاجر أسراب السمان فى أكثف أفواجها الى مشاتيها الجنوبية . وفى منتصف أكتوبر يبدأ بعض الطيور كالأوز والبط وغيرهما من الطيور المائية رحلتها صوب الأجواء الدافئة · وفى بعض الأماكن المناسبة حيث يتوافر الغذاء وتتوافر بعض أسباب الوقاية من برودة الجو ، قد تبقى بعض الطيور التى اعتادت الهجرة طيلة الشتاء دون أن تهاجر ، ومن خير أمثلة ذلك مايشاهد فى البحيرة الكبيرة للطيور المائية فى حدائق البرونكس بمدينة نيويورك · ففى كل عام ينتفع عدد كبير من بط مالارد وأوز كندا بالطعام الذى يقدم فى هذه البحيرة ، فتبقى فى الحديقة بدلا من أن تلحق بأترابها فى رحلتها نحو الجنوب · وفى بعض الأحيان ينضم اليها فرد أو اثنان من الطيور التى تنتسب الى أنواع أخرى ، حيث تجد فى بركة الحديقة مأوى مناسبا فى وسط مدينة مكتظة بالمبانى ·

وعندما يحل نوفمبر ، فان الهجرة تكاد تكون قد انتهت · فالطيور التى تذهب جنوبا تكون قد ذهبت وتبقى الطيور المقيمة التى سوف تقضى الشتاء فى أماكنها مشغولة بالبحث عن الطعام · وليس من العجيب أن يكون قليل من الطيور المقيمة شتاء من آكلات الحشرات ، اذ أن معظم الحشرات تكون فى هذا الوقت قد استسلمت لهلاك البرد ، ولا يبقى للسنة التالية غير بيضها · ومن أهم مايشذ عن هذه القاعدة تلك الطيور التى تتغذى على الحشرات ويرقات الحشرات التى تعيش فى قلف الأشجار · فنقار الخشب يبقى ممثلا لفصيلته ، ويظل مشغولا هو وأمثاله من الطيور الأخرى بالبحث تحت القلف عما عساه يكون مختبئا هنالك من الحشرات · ولما كانت هذه الحشرات ضارة بالأشجار ، فان تلك الطيور تؤدى خدمة كبرى بحمايتها من هذه الخسارة · وتكون معظم الطيور التى تبقى فى هذه الفترة من العصافير وغيرها من آكلات الحبوب (هجرة الطيور موصوفة بتفصيل أكبر فى فصل ١٣ (أ)) ·

البيات الشتوى : أما الحيوانات التى لا تهاجر فهى اما أن تبيت بياتا شتويا ، واما أن تكون مهيأة لتحمل البرد فى الموسم البارد · ففى أواخر الخريف تدفن الضفادع وغيرها من البرمائيات نفسها فى الطين الذى بقاع مستنقعاتها· وتدخل فى حالة حياة مغلقة ، وغالبا ماتبقى حيوانات « أبى ذنيبة » نشطة كالأسماك التى تشبهها ، وتسبح هنا وهنالك فى أثناء الخريف والشتاء · أما عالم الزواحف فيسوده مع البرد الخمود ، ويدخل فى بياته الشتوى · وبعض السلاحف كسلحفاة الطين ـ تحفر فى طين المستنقعات ، وتبقى هنالك فى أثناء الشتاء · أما

الثعابين فتبحث لنفسها عن ثقب فى شجرة أو فجوة فى الصخرة ، وهنالك تخفض معدل حياتها أو معدل تحولها الغذائى الى الحد الذى يمكنها من أن تبقى دون حاجة الى غذاء • وفى بعض الأوقات عندما ترتفع درجة حرارة الطقس عن معدلها المعتاد تخرج الأفاعى من جحورها لتستمتع بأشعة الشمس الدافئة • وللأسماك مقدرة فائقة على تحمل البرد • وليس من النادر أن نجد الأسماك تسبح بنشاط فى المياه التى تحت الجليد ، ومن الممكن أن يصطاد الانسان السمك شتاء بعمل حفرة فى الجليد واسقاط خيط الشص فى الماء الذى تحته •

وتبيت بعض ذوات الفراء ، من الثدييات بياتا شتويا برغم مالديها من وسائل الحماية من البرد • فليس يكفى أن يكون للحيوان فراء لكى يحتفظ بدفئه ؛ اذ أنه من الضرورى أيضا أن يحصل على غذاء ويحرقه • فالثدييات التى تستطيع أن تعيش بذلك القدر الضئيل من الغذاء النباتى الموجود ببيئتها تبقى نشيطة خلال الأشهر الباردة • ويعد الغزال الذى يجوب الثلج باحثا عن جذور النباتات مثالا لهذا النوع • والدب الأسود المعتاد ، على نقيض ذلك يشحن جسمه بالمواد الدهنية فى أثناء الصيف وأوائل الخريف • وفى أواخر الخريف يلجأ الى مكان أمين حيث ينام جانبا كبيرا من فصل الشتاء • وعندما ترتفع حرارة الجو عن معدلها ، فان هذه الدببة قد تخرج من مخابئها هى الأخرى لفترة وجيزة ، ثم لا تلبث أن تعود الى بياتها الشتوى حتى مطلع دفء الربيع • ومن الطريف أن نلاحظ أن صغار الدببة تولد فى أثناء فترة البيات الشتوى ، وما يكاد يأتى الربيع حتى تكون قد صارت كبيرة وقادرة على الحركة واللعب •

وبعض ذوات الفراء تغير فراءها مع تغير الفصول • فاللون الأسمر الذى كان يحميها خلال الصيف لأنه يجعلها غير متميزة عما حولها ، سوف يصير من الألوان الواضحة عندما يغطى الثلج الأرض • وعلى ذلك فان بعض الأرانب التى تعيش فى هذه المناطق ، تخلع فراءها الأسمر فى نهاية الخريف وتكتسى بفراء أبيض • وتكون فراء الشتاء بوجه عام أثقل من فراء الصيف •

نوع من السناجيب يبدأ فى تخزين ثمار البلوط فى آخر الخريف •



النباتات فى الخريف

كلما خفتت الشمس فى فصـل الخريف ، أخـذت المملكة النباتيـة تتوارى عن الأنظار ؛ فالنباتات الزهرية التى تنمـو فى نهـاية الخريف تكون قد تلقحت وكونت بذورها للجيل القادم . والحوليات ، وهى تلك النباتات التى تبقى لمدة سنة واحدة ، تذوى ويتحول لونها الى السمرة . والأعشاب المعمرة ، التى تعيش من سنة الى أخرى، تفقد كثيرا من أعضائها ، ولا يبقى منها سـوى الجذور أو السيقان الأرضية .

وكثـير من البـذور والثمار المتكونة فى الخريف ، تكون زاهيـة الألوان . ولكى تعوض أشجار خشب الكلب dogwood ماكانت تحمله فى الربيع من أزهار زاهية ، فانها تنتج حسلات حمرا فاقعا لونها ، ويغرم كثير من الطيور بهذه الحسلات ويشاهد متغذيا عليها فى أيام الخريف الجميـلة . والبذور البرتقاليـة لبعض النباتات bittersweet تجعـل منهـا أدوات للزينـة ذات ألوان زاهيـة تزين بها المنازل عندما تقل الأزهار .

والحسلات السـوداء والحمـراء مرة المذاق بالنسبة للانسان ، ولكن الطيور تستسيغها . وفى أشجار الصنوبر كثيرا ماتشاهد طيور الكنجلتس Kinglets الضئيلة تلتقط البذور من المخاريط المتفتحة . وتكون أشجار الويتش هازل witch hazel مزهـرة فى ذلك الوقت ، فى حين لاتزال ثمارها التى تشبه البندق ، والتى تكونت من أزهار الخريف السـابق موجـودة . ولهذه الثمار طريقة انتشار طريفة ؛ فعندما تجف الثمار ينفتح غطاؤها فجأة وينطلق مابها من ثمار صغيرة سوداء الى مسافة قصيرة بطريقة تشبه انطلاق بذور البرتقال من بين الأصابع .

سقوط الأوراق : ان ألوان الخريف تكونها الأشجار التى تطرح أوراقها العريضة فى الخريف. فكثير من هذه الأشجار تكتسب فى الخريف ألوانا تشبه ألوان قوس قزح . ويتم تغير اللون جزئيا بسبب اضافة صبغات جديدة ، كما أنه يرجـع أيضا الى ظهور بعض الألوان التى كانت موجودة من قبل ولكنها لم تكن ظاهرة . فبعض الألوان مثل : الأحمر ، والقرمزى ، فى أشجار البلوط والزان ، توضح الظاهـرة الأولى ، وترجـع الى تغيرات كيموية فى الورقة ، والبعض الآخـر من الألوان ــ وبخاصة الأصفر والبنى ، وهى الألوان التى تشاهد فى معظم أشجار الحدائق ــ توضح الظاهرة الثانية ، وتنتج عن فقدان الكلوروفيل الذى يلون معظم الأوراق باللون الأخضر فى أثناء أشهر الربيع والصيف . وعنـدما يزول اللون الأخضر يظهر لون الأصباغ الذى تحته وسقوط الأوراق وسيلة من وسـائل التكيف للاحتفاظ بالمـاء . فالأوراق العريضة تخرج منها كميات كبيرة من الماء الى الهواء عنـدما تكون نشيطة . ولابد أن يعوض هذا المـاء من التربة ، والا فان الشجرة قد يصيبها تلف شديد وقد تموت . وفى الشـتاء لا يكون ماء التربة فى الأرض المتجمدة متوافرا . وسقوط الأوراق يمنع فقدان الماء وهو ماقد يكون مهلكا للنبات . فعند نهاية الصيف تأخذ طبقة فاصلة من خلايا خاصة تشبه الفلين فى التكوين عبر قاعدة عنق الورقة . وتنمو هـذه الطبقة تدريجيا حتى تحول دون وصول العصارة الى الورقة . وعندئذ تتساقط الأوراق السائبة من الأشجار وتغطى قاع الغابة . ويعلق على وصف هذه الظاهرة بأن الأشجار تقوم بعملية جراحية بارعة : فهى تربط الأوعية الدموية قبل اجراء العملية .

وبعض الأشـجار مثل بعض أنواع البلوط والزان تكون طبقة غير كاملة من الخلايا بين الورقة والفرع . وينتج عن ذلك بقاء الأوراق على فروعها طيلة الشتاء . فلا تسقط الأوراق القديمة الا بعد أن تأخذ البراعم فى الانتفاخ فى فصل الربيع . ومثل هذه الأوراق تكون حينئذ ميتة ، وتكون قد توقفت عن صنع الغذاء .

والأشجار دائمة الخضرة أو الصنوبريات ،

مثل أشجار الصنوبر والهملك وغيرها ، تحتفظ بمعظم أوراقها فى أثناء الشتاء . وهذه الأشجار تتخلص من أوراقها فعلا ، ولكن ذلك لا يتم فى نفس الوقت . وغالبا ماتطرح الشجرة ثلث أوراقها كل سنة . ان مثل هذه الأشجار لديها تحورات خاصة تمنع فقدان الماء الزائد منها برغم بقاء الأوراق عليها طيلة الشتاء .

البراعم : عندما تترك الأوراق الساقطة فروع الأشجار عارية ، فانه يسهل مشاهدة البراعم الورقية أو الزهرية التى تكونت فى أثناء الصيف . وتكون الأوراق أو الأزهار ، على حسب البرعم ، محفوظة بداخله . وتكون حراشيف البرعم جافة وغير منفذة للماء ،وهى بذلك تستطيع حماية الأجزاء الرقيقة التى بداخله خلال أشهر الشتاء القاسية . وتوجد على بعض البراعم ، مثل براعم شجرة الصفصاف ، فضلا عن ذلك ، فروة من الشعر لكى يساعدها على تجنب فقد كمية كبيرة من الماء . وتكون بعض البراعم مغطاة بطبقة لزجة من الشمع لنفس الغرض .

وتتأثر البراعم الحاوية للأزهار بالبرد تأثرا شديدا . انها لا تتعرض لخطر كبير مادامت فى حالة سكون . وينشأ الخطر عندما ترتفع درجة حرارة الجو بسبب موجة دافئة تسبب تفتح البراعم بسرعة ، وبذلك تكون الأزهار متفتحة عندما يعود الجو البارد الى الظهور . فعندما تتفتح الأزهار لا تكون أوراقها الرقيقة مغطاة بالحراشيف التى كانت تحميها من قبل . ودرجات الحرارة التى تنخفض عن درجات التجمد مهلكة للأزهار بجميع أنواعها تقريبا . وكثيرا ماقضى على محاصيل الكريز والتفاح والكمثرى والبرقوق بسبب درجات الحرارة المنخفضة التى تقتل الأجزاء الزهرية التى تنتج الثمار .

الحيوانات فى الشتاء

الشتاء فى المناطق المعتدلة هو وقت السكون، وهو الوقت الذى يختبر قوة احتمال الحيوانات والنباتات ، ففيه يكون بقاء الحيوان معلقا بخيط رقيق . ولا يكون الأمر حينئذ مقتصرا على ندرة الغذاء فحسب ، ولكن جميع ظروف الحياة تكون سيئة وخطيرة . وأشدها خطورة هو البرد .

وحتى تلك الحيوانات التى تكون قد باتت بياتا شتويا والتى تكون بذلك قد خفضت احتياجاتها الى الحد الأدنى قد تتجمد الى حد الموت ، ولابد للثدييات القليلة التى تكون بالخلاء فى وسط الشتاء أن تبحث عن الغذاء بحثا مستمرا. وعندما يغطى الثلج الأرض ، قد تجد آكلات النباتات صعوبة فى الوصول الى الجذور التى تتغذى عادة عليها ، وقد تتجه الى أكل قلف الأشجار . وهذا بدوره قد يقتل الأشجار اذا نجح الحيوان فى حز جذع الشجرة ، أى قرض دائرة كاملة حولها . وغالبا ماتتعرض الغزلان لأضرار بالغة بسبب الشتاء البارد . وفى كثير من الولايات الشمالية يضع هواة الصيد طعاما خاصا للابقاء على حياة هذه الحيوانات خلال الشتاء . وعندما يرتفع الثلج الى قدر كبير ، قد يصير من اللازم أحيانا اتخاذ اجراءات حاسمة لانقاذ هذه الحيوانات من الهلاك . ولابد أن يفعل مثل ذلك أحيانا لانقاذ قطعان الماشية التى تدهمها الثلوج الكثيفة .

وحتى الحيوانات المفترسة تعانى من شدة هذا الوقت ؛ فالذئاب والثعالب وذئاب البرارى يقل طعامها الى حد كبير ؛ لأن كثيرا من فرائسها المعتادة تكون فى بيات شتوى أو مستكنة فى مخابئها وأكنانها . وقد تستعين هذه الحيوانات بما ادخرته فى أجسامها فى أيام الصيف ذات الرخاء من الغذاء حتى يتوافر الغذاء فى الربيع . وفى بعض المواسم القاسية ، قد يدفع الجوع بهذه الحيوانات الى غزو بعض المناطق العامرة وافتراس الحيوانات الأليفة التى يربيها الناس .

وتتغذى طيور الشتاء بشراهة لكى تحتفظ بحرارة أجسامها . ولا شك أن هذه الطيور الجائعة تقدر قطعة من الدهن معلقة بجذع احدى الأشجار،

أو قليلا من قطع الخبز ، وبخاصة عنـدما تغطى الأرض بالثلج ٠

وتكون معظم الحيوانات ذات الدم البارد فى بياتها الشتوى ؛ اذ أن معـدل حياتها ينظم على أسـاس درجـة الحرارة ٠ فالثعابين والضـفادع والحشرات تختفى عن الأنظار شـتاء لكى تبيت بياتا شتويا ٠ فالحشرات ــ سواء أكانت بيضـا أم يرقات أم عذارى يافعة ــ تقضى الشتاء تحت قلف الأشجار أو فى طين المستنقعات أو فى التربة وتكون يرقات الفراشات أو عذاراها ملفوفة فى شرانقها الحريرية ٠ وتتكدس آلاف من بيض فرس النبى داخل أكياس خاصـة ملونة بلون القش ، منتظرة الأيام الدافئة فى شهرى مايو ويونيو لكى تفقس وتخرج منها الحشرآت الصغيرة ٠

النباتات فى الشتاء

تصون الأشـجار ذات الأوراق العريضـة مالديها من الماء شتاء عن طريق التخلص من أوراقها وسد أنابيبها ٠ وتستطيع الأشجار دائمة الخضرة أن تحتفظ بأوراقها الابرية بسبب مايغطى هـذه الأوراق من طبقة شمعية سميكة من الكيوتين الذى يقلل فقدان الماء ٠ وبرغم أن الشمس تكون ضعيفة فى أثنـاء الشـتاء ، فان النباتات دائمة الخضرة تستطيع أن تكون بعض الغذاء عن طريق التمثيل الضـوئى ، وبذلك تكمل ماكونته فى الأشـهر الدافئـة ٠ ويعـد المطر المتجمد من بين ظـروف الشتاء التى تثقل كاهل النبات ٠ فتحت ظروف معينة ، قد يتجمد المطر الساقط فوق الأغصان الى الحد الذى يجعل مجرد ثقله كافيا لكسرها ٠ وقد يؤدى الثلج المتراكم فـوق الأغصـان الى نفس النتيجـة ٠ وبرغم أن هاتين الظاهـرتين تهيئان لهواة التصوير مناظر خلابة ، فانهما تعدان محنة بالنسبة للأشجار ، الا اذا كانت اليافها على قدر من المرونة يسمح لها بالانحناء تحت الثقل دون أن تنكسر ٠

ان كل شىء يبـدو كما لو كان فى رقاد الموت ٠ ومايكاد الشتاء يولى ظهره ، حتى يخرج النـاس فى قلق الى الخلاء ، بحثا وراء مظاهر الحياة ٠ فاذا حفروا فى التربة المتجمدة وأخذوا بعضها منها فى اناء ووضعوه داخل المبانى فسوف يستولى عليهم العجب لما يطرأ عليها من تغيرات عندما يحوطها الدفء ٠ ان البذور تأخذ فى الانبات وتأخـذ الحشرات فى الظهور ٠ واذا أخذت بعض الأغصان من نبات الفرسيثيا forsythia أو من غيرها من النباتات الخشبية ووضعت فى خبار من الماء داخل المساكن ، فان براعمها سوف تتفتح قبل أوانها بأسـابيع وتهيىء مشهدا من مشاهد الربيع قبل الأوان ، للعيون التى ملت مشـاهد الشتاء ٠

وفيما يلى بعض التعميمات الهـامة التى تضمنها هذا الفصل :

* تعتمد الكائنات الحية على الشـمس فى الحصول على الدف ٠

* تحتاج النباتات الخضراء الى ضوء الشمس لتكوين الغذاء ٠

* تستطيع الكائنات الحية أن تكيف نفسها تبعا للتغيرات فى درجـة الحرارة والضـوء ووفرة الغذاء والماء ٠

* فى المنطقـة المعتـدلة ، تهاجر بعض الحيوانات ، وبخاصة الطيـور فى فصلى الربيع والخريف ٠

* الربيع موسـم التكاثـر بالنسبة لمعظـم الحيوانات ٠

* الحيوانات التى تبيت بياتا شتويا تدخر الغذاء صيفا لتستخدمه شتاء ٠

* البذور مهيأة بطرق مختلفة للانتشـار بوساطة الرياح والحيوانات والماء ٠

* تدخر بعض النباتات الغـذاء فى الجذور أو السوق أو الأوراق ٠

* تغير بعض الحيوانات لون فرائها فى الخريف ·

* تسقط الأشجار ذات الأوراق العريضة أوراقها فى الخريف ، وبذلك تحافظ على الماء ·

* الحيوانات النشيطة فى الشتاء مهيأة للحصول على الغذاء وحماية أنفسها من البرد ·

* الحيوانات ذوات الدم البارد تخفض من معدل حياتها ، أو من معدل تحولها الغذائى فى بياتها الشتوى ·

تجارب يمكنك القيام بها

١ ــ لاحظ بعناية فرعا معينا من فروع الأشجار على أطول مدى ممكن من الزمان لكى تتبين كيف يختلف باختلاف الفصول · كرر ذلك مع نباتات معينة أخرى تختارها ولاحظ التغيرات · سجل ملاحظاتك لكى تستخدمها فيما بعد لاستخلاص النتائج ·

٢ ــ لاحظ حيوانا مثل السنجاب أو أحد الطيور فى أوقات مختلفة على مدى من الزمان ، وحاول أن تبين ماذا يرجع من تصرفاته الى الفصول · اعمل قائمة بما تجده · يعد الربيع أو الخريف فى الأجواء المعتدلة من أنسب الأوقات لجمع هذه الملاحظات ·

٣ ــ لاحظ الطيور فى بيئتك خلال أشهر الربيع أو الخريف لكى تتبين كيف يمكن أن تختلف نوعا وعددا تبعا لاختلاف الفصول ·

٤ ــ أقم رفا لغذاء الطيور شتاء ، ادرس مدى نجاحه أو فشله على أساس ماتعلمه عن سلوك الحيوانات ·

٥ ــ قدم أنواعا مختلفة من الغذاء لحيوان برى مثل السنجاب · لاحظ مايحدث للغذاء وحاول أن تتبين هل هذا السلوك يمت بأية صلة الى أسباب موسمية ·

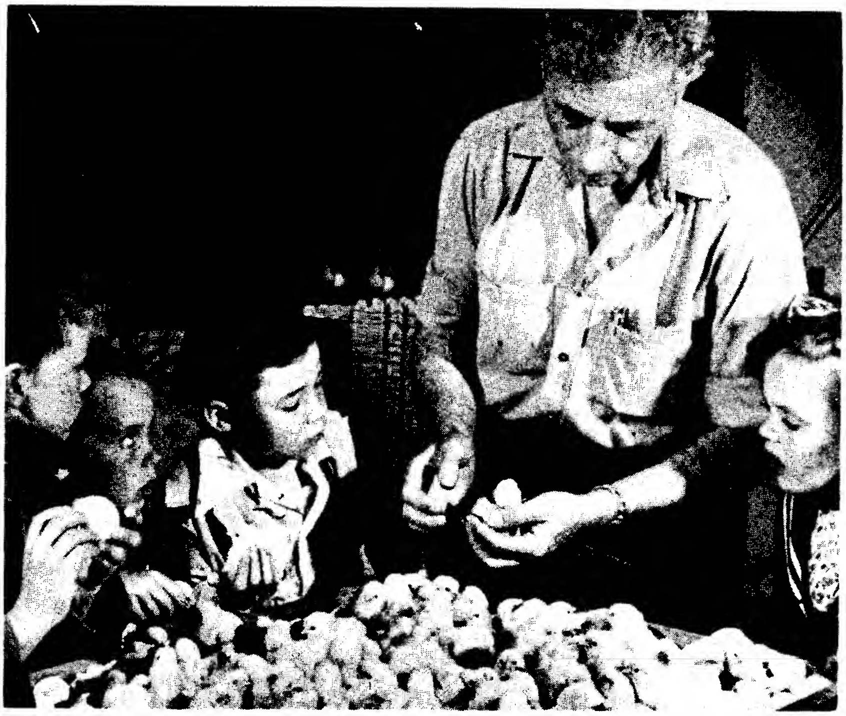
٦ ــ اجمع أغصانا (فى فترة الخمول) من أشجار أو شجيرات مختلفة · أحضرها معك ، وضع السيقان فى ماء ، ولاحظ النتائج · افحص البراعم باستخدام عدسة مكبرة ، أياما متوالية · وحاول أن تستنبط بعض النتائج من مشاهداتك ·

٧ ــ اجمع أنواعا مختلفة من اليرقات ، أطعمها ولاحظ مايطرأ عليها من التغيرات ·

٨ ــ اجمع أنواعا مختلفة من أغلفة البذور ، افحصها لكى تحدد طرق انتشار البذور · لاحظ طرق تنظيم محتوياتها · استخدم عدسة مكبرة للفحص ·

٩ ــ قم بزيارة مستنقع أو أية بيئة طبيعية أخرى فى أوقات مختلفة لكى تتبين التغيرات فى حياة الحيوان والنبات ، التى تصاحب التغيرات فى الفصول · احتفظ بسجل تبين فيه التاريخ ، ودرجة الحرارة ومايطرأ على حيوانات ونباتات معينة من ظهور واختفاء وتغيرات فى العادات والتركيب ·

١٠ ــ استحضر فى فصل الشتاء كمية من التربة وذلك بعمل حفرة مساحتها قدم مربعة وعمقها بين أربع وخمس بوصات · خذها معك الى مكان مسقوف وضعها فى صندوق، أو حوض مائى أو أى اناء آخر يمكن تغطيته · لاحظ مايظهر فيها من الأحياء ، مثل الحشرات والديدان والبذور النابتة ، وغيرها ·



الفصل الثانى عشر - ب

تدريس " الكائنات الحية " وفصول السنة "

يزداد شغف الأطفال بالكائنات الحية فيما بين الفصول حيث تحدث تغيرات موسمية مفاجئة، ولهذا السبب فان الربيع والخريف فى المناطق المعتدلة هما أنسب الأوقات للتركيز على دراسة التغيرات السريعة الواضحة • فمن المهم أن يتنبه الأطفال الى التغيرات الكثيرة التى تحدث حولهم فى الطبيعة فى ذلك الوقت • كما أن المعلومات التى يستوعبونها عن النباتات والحيوانات التى يرونها كل يوم تسهم مساهمة فعالة فى سبيل فهم وتقدير الكائنات الحية •

ولما كانت مساعدة الأطفال على التدرب على الملاحظة الدقيقة الصحيحة هى أحد أهداف تدريس العلوم ، فان للخبرة التى يكتسبونها من ملاحظة الكائنات الحية أهمية كبيرة فلابد اذن من تنمية قدراتهم على ملاحظة التفاصيل الهامة وتسجيل ما يلاحظون على مدار السنة • وينطبق هذا القول على كل مرحلة من مراحل حياتهم المدرسية مادامت هناك جهود واعية تبذل لتنمية تلك المهارة •

وقد يكون من الصعب على صغار الأطفال أن يحيطوا بكل أحداث فصل كامل من فصول السنة فى أفكارهم • فهم يدركون مايحدث خلال اليوم الواحد أو فى وقت محدد ، أكثر من ادراك الصورة الكاملة للفصول ، وعلى هذا فان اهتماماتهم تتركز على رغبتهم فى بحث أحداث محددة مثل أثر تساقط الجليد على الأشجار ، أو هبوب عاصفة عاتية عليها ، أو تأثير المطر فى دود الأرض ... الى غير ذلك • وتلك هى الأحداث التى يستطيع الطفل أن يرى فيها العلاقة بين السبب والأثر • وباطراد نمو الأطفال واكتمال نضجهم يصبحون قادرين على ملاحظة وربط الأحداث التى يشاهدونها على فترة أطول •

وفيما يلى بعض المناشط (أوجه النشاط) المتصلة بما يلاحظه تلاميذ المرحلة الابتدائية ، ومع أنها تتعلق بعلم الحيوان والنبات الا أنه لا يجوز الخلط بينها وبين أوجه النشاط المتبعة فى الدراسة

التقليدية للطبيعة • فهى لا تعنى بدراسة حيوان أو نبات معين ، ولا تهتم بموضوع التعريف ، ولكنها تسهم فى تحقيق المفاهيم المدونة فى آخر الفصل ١٢ أ • وهذه المناشط هى :

١ – ملاحظة شجرة معينة ، أو نبات معين ، مرات متعددة فى أثناء السنة • وتسجيل كل مايطرأ عليه من تغيرات مثل كيف ، ومتى تتفتح البراعم ، ومتى تتكون البذور ، ومتى تتغير الأوراق ، ومتى يحدث النمو ، وماذا يعيش على اللحاء (التلف) ، وماذا يعيش تحت الشجرة ، ماهى الحيوانات التى تسكن الأشجار •

٢ – التجوال فى فناء المدرسة وملاحظة الحيوانات والنباتات للبحث عن المظاهر التى تنبىء باقتراب فصل الشتاء وتسجيل تلك الملاحظات •

٣ – فحص الصور التى تبين خصائص الربيع والصيف والشتاء والخريف ومناقشة أمثال الأسئلة الآتية :

مالذى تظن أن الحيوانات والنباتات تفعله فى كل من هذه الصور ؟

هل نفس هذه الأشياء تحدث فعلا من حولنا ؟

٤ – احضار أغصان أو فروع بعض الأشجار المختلفة الى الفصل فى الربيع ووضعها فى الماء لمشاهدة مايحدث لها من تغيرات ، وتسجيل تلك المشاهدات ، ومحاولة معرفة تكوين البرعم عن طريق فتحه وفحصه باحدى العدسات المكبرة •

٥ – اقتناء شرانق بعض الحشرات وملاحظة الفراشات عندما تخرج منها •

٦ – تربية الديدان واطعامها وملاحظة مايطرأ عليها من تغيرات •

٧ – ملاحظة الطيور لمعرفة أنواعها ونوع الطعام الذى تأكله ولماذا تستطيع أن تأكل أنواعا متعددة من الطعام (انظر صفحات ٣١٣ – ٣١٤) •

٨ – جمع البذور وقشورها لمعرفة كيفية انتشارها بالرياح ، أو بالتلامس ، أو بالماء ••• الخ •

٩ – البحث عن آثار أقدام الحيوانات فوق (الجليد) أو على الرمال ، لمحاولة اكتشاف نوع الحيوان الذى تركها وماذا كان يفعل الحيوان فى أثناء ذلك •

١٠ – ملاحظة بعض الحيوانات الأليفة لمعرفة اذا كان تطرأ عليه أية تغيرات موسمية •

القيام برحلة لمشاهدة التغيرات الموسمية

لا شك أن « لرحلات المشاهدة » أهمية كبرى فى ملاحظة ودراسة الكائنات الحية • ونظرا لأهميتها هذه فانه لابد من التخطيط والاعداد الصحيح لها لضمان الحصول على النتائج المطلوبة. وللقيام برحلات لمشاهدة التغيرات التى تحدث فى الحيوانات والنباتات يجب أن نتذكر مايأتى :

١ – لابد من مراعاة دقة الملاحظة وصدق التسجيل •

٢ – يحتاج الأطفال الصغار الى التمرن على التخطيط والتوجيه فى أثناء ملاحظتهم ، وتكون النتائج أحسن اذا اشترك الأطفال فى اعداد خطة العمل •

٣ – فى حالة الظواهر التى تستغرق مدة طويلة لابد من تسجيل التغيرات التى يلاحظها الأطفال على فترات متباعدة (مثل ملاحظة التغيرات التى يمر بها النبات عندما يحل الشتاء) •

٤ ـ ملاحظات الأطفال فى اثناء العطلة الأسبوعية وحين ذهابهم وعودتهم الى المدرسة لها أهميتها ، وهى بلا شك تكون جزءا من الدراسة يلزم استغلاله ٠

والواقع أنه لابد من قيام الأطفال بعدد من الرحلات فى أثناء السنة الدراسية لكى يستطيعوا تكوين صورة واضحة عن التغيرات التى تطرأ على الحيوانات والنباتات وعلاقة تلك التغيرات بفصول السنة ٠ ومن المسلم به استحالة ملاحظة جميع الأطفال فى شتى أنحاء البلاد ، لنفس الشيء عندما يقومون برحلاتهم ، فالتغيرات التى تحدث للكائنات الحية فى شهر معين فى الجنوب تختلف بعض الشيء عن التغيرات التى تحدث فى المناطق الوسطى أو الشمالية ٠ ولهذا فان المقترحات المقدمة هنا تحتاج الى بعض التعديل بما يتناسب مع طبيعة الجو ٠

ففى رحلة فى فصل الخريف يجب أن يتذكر الأطفال هذا السؤال العام : « ماهى التغيرات التى يستطيعون ملاحظتها على الحيوانات والنباتات ؟ » وأطفال السنوات الأولى من المرحلة الابتدائية يمكنهم القيام برحلة لمشاهدة النباتات وأخرى لمشاهدة الحيوانات كما أسلفنا ، أما أطفال السنوات المتأخرة من المرحلة الابتدائية فبوسعهم مشاهدة الحيوانات والنباتات فى رحلة واحدة ٠

ولابد من أن نؤكد هنا أهمية استعادة الأطفال لخبراتهم السابقة وأن تتكرر مشاهداتهم مرات ومرات قبل أن يصلوا الى أى نتائج أو تعميمات ٠

وفيما يلى بعض الأشياء التى يستطيع الأطفال ملاحظتها على الحيوانات والنباتات فى أثناء فصل الخريف فى المناطق ذات الجو المعتدل ٠

ـ « كثير من النباتات تقوم بتخزين الغذاء » ٠ (هذا مثال لاستنتاج نهائى لا يمكن أن يصل اليه الأطفال الا بعد جملة ملاحظات أو مشاهدات وربما لا يكون تكرار الملاحظة فى حد ذاته كافيا وعندئذ يستلزم الأمر اخبار الأطفال بتلك النتيجة) ٠

ـ « بعض النباتات تقوم بتكوين البذور » ٠

ـ « بعض النباتات تموت » ٠

ـ « بعض النباتات تفقد أوراقها » ٠

ـ « بعض النباتات تقوم بتكوين البراعم » ٠
أما عن الحيوانات فيمكنهم ملاحظة :

ـ « أن بعض الحيوانات لها فراء سميك » ٠

ـ « أن بعض الحيوانات تقوم ببناء مساكنها ٠

ـ « أن بعض الحيوانات تهاجر من أوطانها ٠

ـ « أن بعض الحيوانات تقوم بتخزين الغذاء » ٠

وربما اقتضى الأمر القيام بعدة رحلات لمشاهدة كل هذه الأشياء ٠

وخلال فصل الشتاء لابد من القيام برحلة ثانية الى نفس المناطق لمشاهدة ماذا حدث منذ القيام بالرحلة السابقة وتسجيل أى ظواهر تدل على محاولات الحيوان أو النبات للتكيف لفصل الشتاء ٠ وربما لزم الأمر القيام بنفس الرحلة فى فصل الربيع ٠ ومصاحبة الأطفال لنفس المكان أكثر من مرة تتيح لهم فرصة تتبع مايجرى فى الطبيعة بسهولة أكبر من القيام بزيارات لأماكن مختلفة ٠ وكما أسلفنا فان حفظ سجل كامل عن الملاحظات التى يجمعها الأطفال خلال كل فصل يساعدهم على استثارة ذاكرتهم عند القيام بالرحلات الجديدة ، وهذا وحده سبب كاف لعمل تلك السجلات ٠

والقيام « بالرحلات العلمية » مع الأطفال ليس فكرة جديدة لدى مدرسى المرحلة الابتدائية . الا أنها ستكون أكبر فائدة اذا استحث المعلمون أطفالهم على الملاحظة الدقيقة والتعبير عما يشاهدونه بدقة ، ومراعاة الفحص الشامل لكل

شيء حتى يمكن التبثت من صحة النتائج ، وتفسير الملاحظات وربطها ببعض للوصول الى القواعد العامة . والقيام بقراءات اضافية لتدعيم صحة ملاحظاتهم . والعودة من الرحلة ببعض النماذج والعينات لفحصها بعناية أكثر • والقيام بملاحظتها فترة طويلة من الزمن لضمان وتأكيد الدقة • وفى خلال كل ذلك لابد أن نتذكر ماأوردناه فيما سبق من أن مناشطنا يجب أن تكون هادفة وان تلك الأهداف يجب أن تكون متمشية مع الأهداف العامة للمدرسة الابتدائية •

وكثيرا ما يفضل الأطفال الصغار التعبير عن أفكارهم بالصور ، ولهذا السبب فان فى قيامهم بتسجيل تلك الانطباعات بالرسم وشرحها لزملائهم فى المدرسة فرصة مناسبة لاستغلال التعبير الفنى فى الوقت المناسب ، وكثيرا مايقوم الأطفال بجمع الصور من المجلات وغيرها مما يوضح التغيرات الموسمية التى تطرأ على الكائنات الحية بتغير الفصول ، وربما كان فى تكوين قصة تقوم على مثل هذه الصور خبرة علمية ولغوية وفنية لا تقدر •

وفى القيام بعمل قصة مصورة فرصة للأطفال للعمل التعاونى فى جماعات صغيرة ثم تجميع انتاجهم لعمل عرض أكثر تفصيلا ، فقد تختار المجموعات المختلفة القيام برسم أو جمع صور تمثل الحقائق الآتية :

ـ تحدث تغيرات للحشرات فى فصل الخريف ـ ـ كذلك الطيور تتغير فى الخريف ـ والنباتات تتغير فى فصل الخريف ـ تتغير الحيوانات والنباتات أيضا فى ملعب المدرسة ـ كما تحدث تغيرات للحيوانات ذات الفراء •

ويحسن عرض كل صورة من هذه الصور على تلاميذ الفصل مع شرح بسيط لمحتواها • وبعد ذلك يبدأ الأطفال فى مناقشة أسئلة مثل السؤال الآتى : « ماأهم الحقائق التى توصلنا اليها عن الكائنات الحية والفصول ؟ » •

ـ وسيهيىء ذلك مناسبة أخرى للتأكيد أن الحيوانات والنباتات لا تستعد فى الواقع للشتاء بنفس الأسلوب الذى نستقبل به نحن أنفسنا الشتاء باحكام النوافذ ضد العواصف واخراج ملابس الشتاء الثقيلة من مخازنها ، فنحن نعلم أن الشتاء قادم ، وتدلنا خبرتنا السابقة على أننا نحتاج الى أشياء معينة بسبب تلك التغيرات • ولهذا يمكننا أن نعد خطتنا مقدما • أما النباتات والحيوانات فهى لا تقوم بالتخطيط سلفا ، ولكنها تسلك هذا السلوك بدوافعها الغريزية •

تتبع آثار الحيوانات

اذا سمحت الظروف بوجود حديقة أو غابة قرب المدرسة أو اذا كانت ملاعب المدرسة متسعة بدرجة كافية فقد يجد الأطفال متعة فى القيام برحلة لمشاهدة آثار أقدام الحيوانات ؛ ففى كثير من الأماكن يمكن مشاهدة أقدام القطط والكلاب ، والأرانب والفئران • وبدراسة تلك الآثار يمكن معرفة جهة تلك الحيوانات وما اذا كانت تجرى أو تمشى وربما أمكن الاستعانة بشخص من البيئة ـ صياد مثلا ـ ليساعد فى تفسير بعض تلك المشاهدات • وبالرغم من أن الأطفال قد يعجزون عن تفسير ملاحظاتهم بأنفسهم، فانهم يستطيعون أن يتعلموا أن كثيرا من الحيوانات تظل فى الخارج حتى فى أثناء البرد القارس ـ وتلك حقيقة ربما تغيب على كثير من الأطفال • وهذه الملاحظات تساعد أيضا على جعل فكرة التكيف لتغيرات الفصول أكثر معنى ووضوحا •

تقصى الخرافات

هناك عدد لا حصر له من الخرافات حول حياة الحيوان ، وبعضها معروف جيدا مثل خرافة

« يوم الفأر الجبلى » (*) وقد يفيد خبر يرد فى احدى الجرائد عن تلك الخرافة فى اثارة التلاميذ لمناقشة الموضوع • وعندما يعبر الأطفال عن آرائهم حول مثل تلك الخرافة تصبح موضوعا للبحث والدراسة ، وهذه فرصة مناسبة لتنمية الاتجاه العلمى عند الأطفال • وربما أثار بعض أذكياء التلاميذ مثل هذا السؤال : « كيف تمكن الفأر الجبلى من معرفة أن اليوم هو يوم ٢ من فبراير ؟ » ويفرض أنه تمكن من مشاهدة ظل ذيله فى احدى المناطق ولم يتمكن فأر آخر من ذلك فى منطقة مجاورة نتيجة لوجود سحب تحجب ضوء الشمس عنها ، فما الذى يحدث عندئذ ؟ » • وبامكاننا أن نحصل على النشرة الجوية الخاصة بيوم ٢ من فبراير والأسابيع الستة التى تليه لعدة سنوات مضت • وفى قيام التلاميذ بفحص مثل تلك النشرات الجوية وادراك عدم وجود علاقة بين سلوك الفأر الجبلى وبين حالة الجو فرصة مناسبة لنشاط ممتع هادف • ولهذا يجب أن نشجع الأطفال على ملاحظة الجو والنباتات والحيوانات على مدار السنة لمشاهدة كل مايحدث فيها ، فربما يتوصل الأطفال بهذا الأسلوب الى استنكار خرافات أخرى مثل تلك المتعلقة بالزراعة ليلا فى ضوء القمر •

إطعام السنجاب وغيره من الحيوانات

لا شك أن اطعام الحيوانات هو احدى الوسائل التى نستطيع بواسطتها أن نعرف الكثير عن الطعام الذى تأكله الحيوانات وعما تفعله بذلك الطعام • فاذا كان السنجاب أو السنجاب المخطط الأرضى يعيش بالقرب من المدرسة يستطيع الأطفال أن يحضروا بعض ثمار الفول السودانى أو الذرة أو بعض الحبوب الأخرى لاطعامها وملاحظة النتائج • وربما أدى ذلك الى تنمية الميل الى ملاحظة الحيوانات • ويشتد عجب الأطفال عندما يلاحظون تكرار الزيارات المتعددة التى يقوم بها الحيوان الى ثقب فى شجرة أو حفرة فى الأرض ، كذلك سيعجبون من ملاحظة كمية الطعام الكبيرة التى يأخذها الحيوان ، وربما كان هذا هو الوقت المناسب لكى نؤكد للأطفال أن الحيوانات لا تستطيع التنبؤ بحالة الجو مقدما وأن كمية الطعام التى يقوم أحد الحيوانات بتخزينها تتوقف عادة على توافر ذلك الطعام فى البيئة المحيطة • فالسنجاب الأرضى المخطط مثلا يحمل الى جحره كميات هائلة من الذرة اذا توافر هذا الغذاء فى بيئته سواء احتاج لكل هذه الكميات أم لا •

إنشاء محطة تغذية الطيور

قد يكون فى انشاء محطة لتغذية الطيور خبرة ممتعة اذا وضعت خطتها جيدا ونفذت بعناية تامة ، ومن جهة أخرى تصبح التجربة محبطة لآمالهم اذا ماأسيىء اختيار مكان المحطة ونوع الطعام المناسب المخزن بها . وكثيرا ماتكون الكتب التى تصف «محطات تغذية الطيور» مضللة للأطفال فهى تشرح كيف تتزاحم على الطعام طيور مثل الشرشور (برقش أو الدج) ، أو أبو زريق ، أو النقار ، أو سن المنخل ، وغيرها من الطيور ، فمثل هذا الهجوم على الطعام لا يلاحظه الأطفال ، بخاصة فى اليوم التالى مباشرة لانشاء المحطة •

وهناك أنواع متعددة من الأوانى التى يمكن استخدامها فى اطعام الطيور ويستطيع الأطفال صنعها مثل الصوانى التى تثبت فى النافذة ، أو

(*) تقول هذه الخرافة ان الفأر الجبلى يخرج فى يوم ٢ من فبراير من جحره الذى يقضى فيه فترة بياته الشتوى ليتعرف على حالة الجو • فاذا كانت الشمس ساطعة وامكنه رؤية ظله فانه يعود الى جحره ، اذ أنه يعلم فى هذه الحالة أن الطقس البارد الردىء سوف يستمر لمدة ستة أسابيع • أما اذا لم يتمكن من رؤية ظله فانه ينشط استعدادا للربيع لأنه يعتقد فى هذه الحالة أن الربيع على الأبواب •

تلك التى تعلق بواسطة بكرات تسحب على حبل بعيدا عن النافذة . وهناك نوع يمكن تثبيته على الأشجار أو الأعمدة •

وفيما يلى بعض الارشادات الخاصة بانشاء محطة لتغذية الطيور وخدمتها :

بوسع مدرس التربية الفنية أو تلميذ من أحد الصفوف النهائية بالمدرسة أو فى كثير من الأحيان تلاميذ الفصل أنفسهم القيام بعمل محطة التغذية • وقد يتقدم مدرس الأحياء بمقترحات بشأن موقع المحطة ، ويلزم التأكد أولا من أنها تقع بعيدا عن القطط ، وأن الماء متوافر بها ، وبخاصة فى المناطق الجافة ، أو المتجمدة مما يساعد على اجتذاب الطيور •ويجب توفير الأطعمة المناسبة كالحبوب المتنوعة ، وحبوب عباد الشمس ، ولباب الخبز ، والتفاح ، وغير ذلك من الفواكه والدهن • ويلزم التأكد من أن المحطة لاتقع فى مهب الريح بحيث يجرف معه الطعام منها ، كما يجب العناية باستمرار توافر الطعام وازالة الفاسد منه ، ويجب أن يكون اناء الطعام فى مكان تتوافر له الوقاية ، وحبذا لو كان خارج نافذة وتحت أبصار تلاميذ الفصل ان أمكن •

ويحب الأطفال – عن طريق التجربة – معرفة أنواع الطعام التى تأكلها الطيور المختلفة ، وفى هذا النوع من النشاط فرصة لاستخدام الاتجاهات العلمية ، ولا يجوز أن يصل التلاميذ الى تعميمات من حديث واحد ، أو أن يصلوا الى قرار الا بعد الملاحظة الدقيقة ، ولا يجوز أن يقرروا نتيجة حتى تتوافر لهم البراهين الكافية من ملاحظاتهم أو قراءاتهم التى تؤكد صحة تلك النتائج • فمثلا مجرد أن الطيور لم تأكل بذور عباد الشمس لبضعة أيام ليس سببا كافيا بأى حال لأن يستنتجوا أن الطيور لا تحب هذا النوع من البذور •

ملاحظة التغيرات فى الحشرات

اذا توافر مكان ، مثل حديقة أو غابة حيث يمكن العثور على بعض الأشجار الميتة أو الكتل الخشبية ، فان بوسع الأطفال أن يشاهدوا الحشرات ذات البيات الشتوى تحت القلف (اللحاء) أو فى الشقوق ، ربما أمكنهم العثور على تجمعات من بيض الحشرات أو شرانقها ، وربما أمكنهم العثور على كتلة لامعة لبيض حشرة يرقة الخيمة على احدى أشجار التفاح أو الكرز البرى • واذا لم تكن الأرض مغطاة بالجليد فيمكنهم أن يحفروا حفرة بها للبحث عن عش للنمل •

وكثيرا مايقوم الأطفال باحضار بعض الشرانق الى المدرسة لحفظها انتظارا لخروج الفراشات ، وهى بلا شك خبرة تعليمية ممتعة ، واذا تعذر الحصول على الشرانق من مكان قريب فيمكن شراؤها من احدى الشركات أو المتاجر التى تقوم بتوريد خامات علم الأحياء • وفى هذه الحالة ستكون مصحوبة بتعليمات واضحة لطرق العناية بها • ويحسن حفظ الشرانق فى سلة من السلك لسهولة مشاهدتها عندما تخرج منها الفراشات • ويمكن اعداد اناء لحفظها باستعمال أصيص (قصرية زرع) مع تغطيتها بغطاء من السلك الذى يستعمل فى النوافذ • ويمكن عمل أسطوانة من هذا النوع من السلك يكون قطرها أقل من قطر الأصيص ، ويملأ الأصيص بالطمى ، ثم تثبت الأسطوانة رأسية فى الطمى جيدا وتغطى من أعلى بقطعة من الخشب الرقيق ، واذا كانت الشرانق ملتصقة ببعض الفروع ، كما قد يحدث فى كثير من الأحيان ، فيمكنك أن تقوم بتثبيتها رأسية ، والا فيحسن تثبيتها على السلك من الداخل أو وضعها فوق الطمى ، وقد يستعمل أحد الصناديق المستخدمة فى تربية شتلات الأزهار بالمشتل فى تربية الشرانق • ويجب ألا ننسى ترطيبها بالماء من آن لآخر لتوفير الجو الملائم الذى توجد فيه فى الخارج حيث المطر والجليد •



على الرغم من أن هذا المكان لتغذية الطيور يقع بجوار نافذة فصل السنة الأولى الابتدائية في انديانابوليس فان الأشجار والأعشاب تنمو بالقرب منها ولذلك تقترب الطيور لتتغذى ويلاحظها التلاميذ باهتمام كبير ويكتشفون الكثير عنها ٠

اذا ماخرجت فراشات مذكرة ومؤنثة من الشرانق فى وقت واحد فانها تتزاوج ، وعندئذ تضع الأنثى بيضها الملقح وتخرج منه اليرقات التى يمكن تربيتها حتى تبدأ فى غزل خيوط الشرانق حولها اذا ماتوافرت لها العناية الكافية ونوع الأوراق الصالحة لتغذيتها (ارجع الى مناقشة تربية دودة القز صفحة ٢٩٠) ٠

ملاحظة البراعم

ان تركيب البراعم وملاحظة التغيرات التى تحدث بها وهى تتفتح لمن الأشياء المشوقة حقا ٠ ولكن غالبا لا يلاحظها الأطفال ، وكذلك الكبار ٠ وباستطاعتنا أن نحضر الى المدرسة بعض الفروع أو الأغصان ونقوم بفحصها للاجابة عن مثل هذه الأسئلة : ماذا يغطى البرعم من الخارج ؟ ــ وماذا يوجد فى الداخل ؟ وفيم تتشابه كل البراعم ؟ وماهى نواحى الاختلاف بينها ؟ ، ويمكن الاستعانة بسلاح حاد فى قطع أحد البراعم لفحصه من الداخل ٠ ويمكن لكل طفل فى أول الربيع أن يحضر بعض الأغصان ويضعها فى الماء فى آنية ويتركها قرب نافذة مشمسة ٠ ويقوم بفحصها كل يوم لملاحظة مايطرأ عليها من تغير ٠ وفى هذا النوع من النشاط يمكن استخدام عدسة مكبرة ، كما يمكن الاستعانة بخلال « سلاكات » الأسنان فى فصل البراعم بعضها عن بعض لدراسة تركيبها ، وربما أخذ العجب الأطفال اذا اكتشفوا أن لشجر الاسفندان والبلوط وغيرهما من أنواع الأشجار أزهارا غاية فى الجمال ، ويمكن استعمال أغصان التفاح ؛ فهى تصلح للحفظ بداخل الفصل وبراعمها كبيرة وتتفتح براعمها الزهرية بمجرد تكون الأوراق ٠

مصادر لبحثها

١ ــ البيئة المحيطة لدراسة التغيرات الموسمية التى تطرأ على الحيوان والنبات ٠

٢ ـ الحيوانات الأليفة لمعرفة كيف تتغير مع الفصول .

٣ ـ هواة تربية الطيور (وعلماء الحيوان) للحصول على معلومات بشأن هجرة الطيور وتجمعاتها وغير ذلك .

٤ ـ أشجار المدرسة أو الملاعب والمناطق المحيطة لمشاهدة مايطرأ عليها من تغيرات موسمية .

٥ ـ البرك والقنوات لمشاهدة الحيوانات المائية فى أثناء الفصول المختلفة .

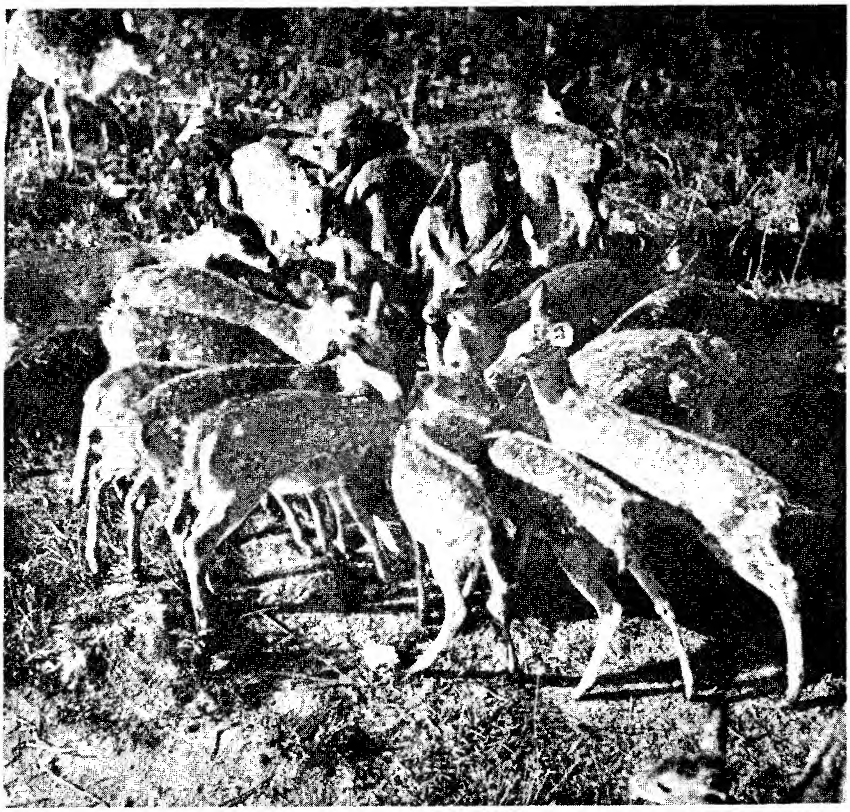
٦ ـ قسم وقاية الثروةالطبيعية بوزارة الزراعة للحصول على معلومات من أماكن تجمع الطيور وهجرتها وعن المحافظة على الحياة البرية ، والقوانين التى تحرم الصيد البرى وكيف تختلف باختلاف الفصول وما شاكل ذلك من المعلومات .

٧ ـ أصحاب محلات الأزهار ومشاتلها والبستانى لجمع المعلومات عن التغيرات الموسمية وعن تقليم الأشجار وتخزين الأبصال والعقل .

٨ ـ مطبوعات الهيئات المهتمة بالكائنات الحية.

٩ ـ سوق الخضر لمشاهدة تخزين أنواع الأطعمة التى نأخذها من النباتات .

١٠ ـ احدى المزارع لمشاهدة وتعلم كيفية العناية بحيوانات المزرعة وتغذيتها فى الفصول المختلفة . وكذلك عن العلاقة بين محصولات المزرعة والمواسم المختلفة .



الفصل الثالث عشر - أ

أسلوب الحيوان فى معيشته

من أهم صفات الحيوانات أنها تتنقل من مكان الى آخر . ذلك بعكس النباتات الثابتة فى البقعة من الأرض التى تنبت فيها حيث يعتمد بقاؤها على عامل المصادفة من حيث توافر المواد الأولية التى تحتاج اليها فى هذه البقعة . ووسيلة النبات لكى يكيف نفسه لمقابلة ظروف البيئة هى أن ينمو : فجذوره تندفع متعمقة فى التربة اذا ماكان مستوى الماء الأرضى بعيدا ، ويرتفع مسافة فى الهواء اذا ماكان هناك نبات آخر يحول بينه وبين ضوء الشمس . والنبات لا يستطيع أن ينتزع جذوره من الأرض لتنقل الى مكان آخر ولو أن بذوره قد تنتشر وتصل الى بيئة أكثر ملاءمة .

أما بالنسبة للحيوانات فان أهم مميزاتها هو حريتها فى الانتقال . فسمك السالمون يهاجر مئات الأميال كى يضع بيضه . والنشناش (أو طائر الخطاف الجبلى) يقضى معظم حياته فى الطيران يجمع الطعام والقش اللازم لعشه ، ويشرب الماء ويتزاوج فى الهواء . وتقوم جيوش النمل بجمع صفوفها لمهاجمة الحقول بحثاً عن الطعام فتنقله مسافات قد تصل الى ١٠٠٠ قدم من مساكنها المؤقتة فى الغزوة الواحدة .

والواقع أن الكثير من سلوك الحيوان ـ كالأمثلة السابقة ـ سلوك موروث أو مجموعة من أنماط السلوك غير المكتسب . وهى أنماط متأصلة فى أعضاء الحس وفى أعصاب الحيوانات وعضلاتها وتعتبر من مميزات النوع . ولكن بالاضافة الى تلك الأنماط الغريزية للسلوك يوجد قدر من المحاولة والتجريب ، وقدر من التعلم وقدر من التكيف لظروف البيئة المعينة . ويقول علماء الأحياء ان الغراب الذى تلقى عليه مسئولية الحراسة حيث زملاؤه يتناولون غداءهم فى حقل الذرة ، يتعلم كيف يميز بين الرجل غير المسلح

والرجل الذى يحمل بندقية ، ويرسل تحذيرا الى اخوانه بمجرد رؤيته ·

اننا ندين بكثير من معلوماتنا عن الحيوانات وخصائصها الى عدد من علماء الأحياء أمثال جون بورو وهنرى فابر ووليم بيب وادموند تيل وغيرهم ممن كرسوا حياتهم لدراسة الحيوانات فى أوطانها الأصيلة · ومع كل فان أى شخص ليس مختصا فى علم الحيوان يستطيع أن يشترك مثل الاخصائى تماما فى مغامرات استطلاعية · ان فرص مشاهدة الخصائص الفذة للحيوانات مفتوحة أمام الجميع ·

وتعيش بعض الحيوانات حياة فردية منعزلة كما يعيش البعض فى جماعات أو أسراب · وسنتناول هنا مناقشة حياة النوعين ثم نستعرض كيف تبنى الحيوانات مساكنها وكيف تحصل على غذائها وتدافع عن نفسها وكيف يتم تزاوجها ·

الحيوانات التى تعيش فرادى

الأمثلة كثيرة للحيوانات التي تعيش فرادى وتنتشر فى كل أقسام المملكة الحيوانية · فسمك القرش الذى يثير الرعب فى البحر يشق الماء وحده باحثا عن صيده · حقيقة أنه عندما يعثر على فريسته ويبدأ فى نهشها تعج المنطقة بعشرات من أسماك القرش ، ولكن لا يربط بين أفرادها أى جهد مشترك أو أى عمل تعاونى أو غير ذلك من خصائص الحياة الاجتماعية · والنمر عندما يهاجم فريسته فى الغابة يفعل ذلك وحده ، والفترة الوحيدة التى يعيش فيها النمر حياة جماعية هى عندما تكون الأم مشغولة بتدريب الصغار · وما ان تبلغ صغار النمر أشدها وتستطيع الاعتماد على نفسها حتى تتفكك أواصر الأسرة ثانيا ويذهب كل لحال سبيله · وقد يتجمع عدد من الأسود فى شبه قافلة ولكن حتى فى هذه الحالة يعمل كل أسد منها كفرد مستقل عن الآخرين فيهاجم فريسته بنفسه ، وحتى الذئاب التى يعرف عنها أنها تشترك فى الصيد لا تعيش فى جماعات فهى تجتمع مع بعضها فقط عندما تهاجم حيوانا كبيرا لايستطيع ذئب واحد افتراسه · وأغلب الأسماك تعيش فرادى وقد تهاجر بعض الأسماك فى قوافل ولكنها بهذه الصورة لا تمثل الحياة الاجتماعية الحقيقية التى يتعاون أفرادها لصالح المجموع ·

نحل العسل

تعيش كثير من الكائنات الحية فى تشكيلات جماعية توزع فيها الأعمال المختلفة على أفرادها بما يضمن للجميع الحماية والقوة ، وتتمثل الحياة الاجتماعية فى المملكة الحيوانية بأرقى صورها فى مملكة النحل وفى حياة الدبور والنمل والنمل الأبيض · وتختلف النحلة التى تراها تجمع الرحيق من الأزهار اختلافا كبيرا فى عاداتها عن الحشرات التى تعيش فى حياة انفرادية ، كالذبابة المنزلية مثلا · والنحلة ماهى الا أحد أفراد مستعمرة تتكون من آلاف من الأفراد تعيش جميعا تحت سيطرة ملكة واحدة · وهذه الملكة يمكن أن تكون فى الواقع أما للخلية كلها · ان وظيفتها الوحيدة هى وضع البيض · فبعد أن يتم تلقيحها فى أثناء الطيران بواسطة الذكر تعود الى الخلية لتبدأ فى عملية تكوين الأسرة الكبيرة ·

وتستطيع الملكة أن تتحكم فى نوع الأفراد التى تخرج من البيض الذى تضعه ؛ فهى تضع بيضا مخصبا وآخر غير مخصب · وبعد أن يتم تلقيح النحلة تخزن تلك الخلايا المذكرة فى كيس خاص بجسمها · وعندما يتكون البيض قد يتحد مع الخلايا المذكرة فينتج بيضا مخصبا أولا يتحد مع خلايا مذكرة فينتج بيضا غير مخصب ، وتتكون الذكور من البيض غير المخصب · والذكور لا تقوم بأى عمل فى الخلية · أما البيض المخصب فهو الذى يكون الاناث التى تعرف بالشغالة ·

وتقوم الشغالة بأنواع متعددة من الأعمال فى الخلية تهدف جميعها الى الصالح العام للمجموعة

التى تعيش فى الخليـــة • فيقوم البعض برعاية البيض الذى تضـعه الملكة فى عيـون خاصة قام ببنائها عـدد آخر من الشـغالة فى بعض جوانب الخلية • والواقع أن كل عين من هـــذه العيون السداسية تعتبر روعة فى الاتقان والدقة •وعندما يفقس البيض وتخرج اليرقات تبـدأ مجموعة من الشـغالة برعايتها وتأدية وظيفة المرضعات لها • وعلى حسب نوع الغذاء الذى تقدمه المرضعات الى هـــذه اليرقات تخرج منها اما شغالة واما ملكة جديدة • فاليرقة التى ستتحول الى شغالة تتغذى لمدة ثلاثة أيام على سـائل لبنى يصـنع فى معدة المرضعات من الشغالة • ولمدة ثلاثة أيام أخرى تتغذى بخليط من حبوب اللقاح والعسل • وبعد اليوم السادس تتغذى صغار الشغالة بخبز النحل الذى هو فى الواقع عبارة عن حبوب لقاح مخلوطة بقليل من رحيـق الأزهـار • أما يرقات الملكات فتتغذى طيلة هذا الطور بالغذاء الملكى ؛ وهـــو يصنع فى غدد خاصة فى أجسام الشغالة المرضعات وبديهى أن هـذا الاختلاف فى الغذاء هـــو الذى يسـبب الاختلاف فى جسم الملكة المسـتقبلة • وتترعرع الملكة فى احدى العيون الكبيرة الخاصة .

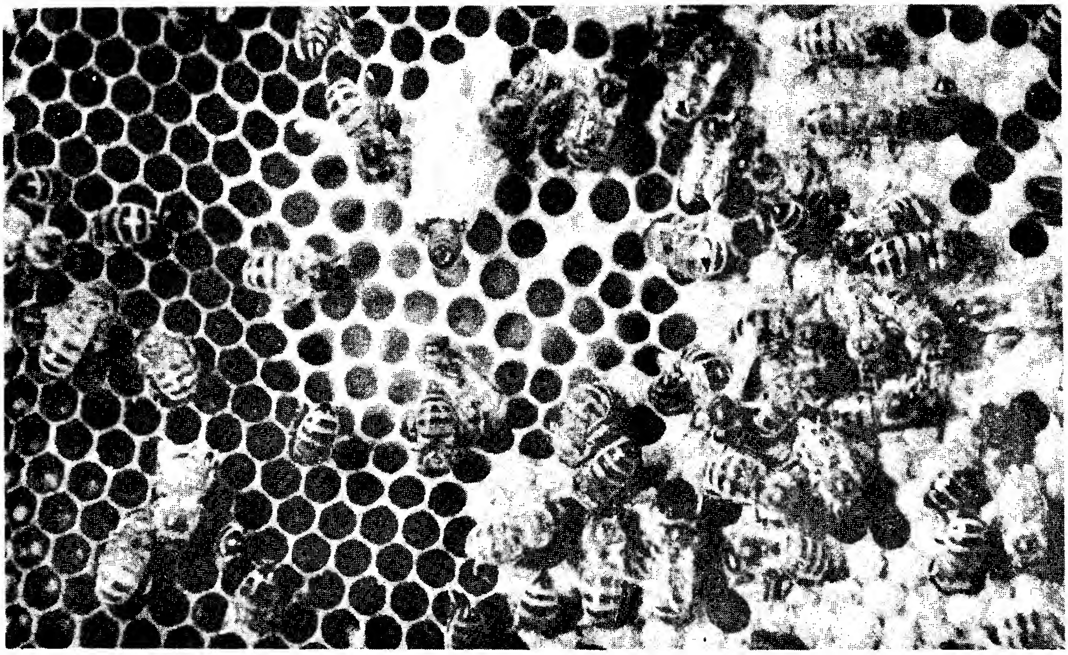
ويكون عدد آخر من الشغالة فرقا للنظافة فيعهد اليه بنظافة الخلية وحفظها فى حالة صحية . ويقوم عدد آخر بمهمة جمع حبوب اللقاح ورحيق الأزهار ، وهو المادة الخام التى يصنع منها العسل • وقد توصل العالم الاسـترالى كارل فون فريش بعد مجهود جبـار الى بعض الحقـائق العجيبة عن شـغالة النحل • فهى تذيع على بقيـــة الشغالة ــ بطريقتها الخاصة وعند عودتها من رحلة جمع الرحيق ــ أنباء هامة عن أماكن الأزهار والمسافات التى تبعدها عن الخلية • فعندما تعود الشغالة من رحلتها محملة بالرحيق تبدأ فى الرقص بتشكيلات تعبيرية معينة تحمل من المعانى مايفهم منه بقيـة النحل كل ماتحتاج اليه من معلومات عن الاتجاهات والأبعاد التى توجـــد فيها الأنواع المفضلة من الأزهار •

وتقوم بعض الشغالة بوظيفة بوليس الخلية الذى يدفع عنها خطر الأعداء المهاجمين كما يحافظ على النظام داخل الخلية • وحتى مسئولية تكييف الهواء بالخلية يقوم بها عدد من الأفراد تقف عند مدخل الخليـــة وترفرف بأجنحتها فتدفع الهواء داخل الخلية أو خارجها ، ولن تتجمد أجسام بقية الأفراد داخـل الخليـة من البرد لأنها تعتمد على تحريك أجنحتها باسـتمرار لتحافظ على حرارة جسمها •

وليس للذكـر عمل يؤديه خـــلاف تلقيح الملكة ويقوم بهذه العملية فرد واحد من أفرادها ، ولأنه يقـــوم بهذه الوظيفة المؤقتة فان الذكور تعيش حياة كلها كسل ولا تؤدى أى عمل آخر بالخلية •

وللنحل فوائد هامـة للانســـان وليست فائدته مقصورة على صنع العسل ، فمع أنه غذاء مفيـد الا أن كمياته لا تكاد تذكر بالنسبة لمـــا يستهلكه الانسان من كميات هائلة من الطعام • والواقع أن النحل يؤدى وظيفة أخرى أكثر خطورة وأهمية ؛ فبدون النحل لن يتمكن عدد كبير من النبـاتات من تكوين الثمار أو البـذور ، فالنحل حشرة تقوم باتمام عملية التلقيح الخلطى ؛ أى انها تقـــوم بحمل حبوب اللقاح من زهرة الى زهرة أخرى من نفس النوع ولكل فرد من أفراد الشغالة انتفاخات بأرجلها تعرف بسلال اللقاح تجمع فيها حبوب اللقاح لتحمل الى الخلية حيث يتغذى بها النحل وصغاره ، ويمكنك أن تفحص احدى الشغالة عند عودتها الى الخلية فستلاحظ تلك السلال على الأرجل الخلفية مملوءة بحبوب اللقاح • وهى تبدو بشكل انتفاخات كثـــيرة على الأرجل اذا كانت مملوءة بحبوب اللقاح وتظهر الأرجل عندئذ مدلاة الى أسفل أثناء الطيران ، وفى أثناء جمع حبوب اللقاح تقوم الشغالة ــ عن غير قصـــد ــ بنقل الحبوب من زهرة الى أخرى •

من المهم اذن أن يتوافر فى الريف نحل برى أو مستأنس لضمان اتمام التكاثر فى النبات ،



نحل العسل يقوم بمختلف الوظائف ٠

وفى بعض الأحيان يقوم بعض الأشخاص الذين يربون النحل بتأجير مستعمرات من خلاياهم الى أصحاب مزارع الفواكه الذين ينقلون تلك الخلايا الى بساتينهم فى فترة الازهار لتبقى هناك ، ويقوم النحل فى أثناء ذلك باتمام عملية التلقيح الخلطى.

وهناك أنواع أخرى من النحل خلاف نحل العسل ، مثل النحل الطنان الذى يعيش حياة اجتماعية ولكنها أبسط من حياة نحل العسل ، ومن بين أفراد هذا النوع من النحل تعيش الملكة فى جذوع الأشجار حيث تمضى فصل الشتاء ٠ وتلقح الملكة خلال الخريف السابق ثم تبدأ فى وضع البيض عندما تصل شمس الربيع الدافئة فتخرجها من عشها الذى أمضت فيه فصل الشتاء.

النمل

أما النمل فان لحياته صورا أخرى شائقة ٠ ويوجد من النمل مئات الأنواع ، بعضها كبير الحجم وبعضها صغير ٠ وبعض النمل يبنى أعشاشا قد يبلغ ارتفاعها عشرا أو اثنتى عشرة قدما ، وبعضه يعيش فى مساكن لا يزيد اتساعها عن بضع بوصات ، ولا شك أن فى دراسة حياة هذه المخلوقات فى جحورها شيئا ممتعا حقا ٠

وقد نجد فى النوع الواحد من النمل أفرادا من أشكال مختلفة ، فنجد مثلا الذكر والأنثى القادرين على التكاثر ، وهذه هى الوظيفة الوحيدة لهما رغم أن زوجين منهما هما اللذان يقومان بالعملية ، ويبدو أن وجود أكثر من زوجين من الذكور والاناث هو مجرد احتياط للطوارىء ؛ فقد يحدث لأحدهما أو كليهما حادث يعوقه عن تأدية وظيفته ٠ وعندئذ يحل محله أحد الذكور أو الاناث الاحتياطى ، وفى بعض الأحيان قد يشرع زوجان من الأزواج الاحتياطى فى تكوين مستعمرة جديدة ٠

وخلاف الذكر والأنثى توجد المرضعات ، وهى أفراد من النمل تقوم برعاية اليرقات والعذارى ، وهى تؤدى واجبها بكل عناية ، فاذا أمكنك نزع الغطاء عن أحد أعشاش النمل فستجد بعض هذه المرضعات يحملن العذارى محاولات ابعادها عن الخطر ٠ وبالمناسبة فان بعض النمل صغير بحيث اننا لا نستطيع رؤيته الا اذا استعملنا عدسة مكبرة ، والواقع أن مايظنه الناس بيضا هو فى الحقيقة عذارى النمل ٠

نجد كذلك الشغالة التى تقوم بجمع الغذاء، وهى مسئولة عن تزويد سائر الأفراد بالطعام بصفة مستمرة ٠ وهناك الأفراد الذين يرعون البقر ٠٠٠! ويسحبونه الى المرعى ويقومون

بحلبه ... ! ان بقر النمل فى الواقع هو «المن» ؛ فالنمل يهتم اهتماما كبيرا بحشرة المن . وأكثر من ذلك فان النمل يبحث عن جحور المن ويحمله منها ويضعه على ورق الشجر ، حيث يحصل منه على الغذاء اللازم له . وللنمل طريقته الخاصة فى حلب المن ، فهو يستعمل قرون استشعاره فى عصر جسم المن فيخرج منه عصير سكرى يأكله النمل . وفى مقابل تزويده بهذا الغذاء فان النمل يقوم بحماية المن من أعدائه كالخنافس أو الجعارين . وبهذا يتبادل النمل والمن المنفعة . وهناك نوع آخر من النمل يسمى «النمل الفلاح» ؛ فهو يقوم بزراعة نوع من الفطر ثم يتغذى به .

ولكثير من أنواع النمل أفراد تعمل كجنود، وغالبا يكون لها رأس ضخم نسبيا ، عليه فكوك تشبه المنخل ، والوظيفة الوحيدة لهذه الأفراد هى حماية أفراد المجموعة ، وفى بعض الأحيان تعلن الحرب على أعدائها من الجيران . وقد يصبح أفراد الجماعة التى تخسر المعركة عبيدا يعملون فى خدمة الجماعة المنتصرة ، وهناك من الأفراد ماتخصص فى بناء أعشاش النمل ، ومنها مايقوم بعملية تنظيفها والتخلص من الفضلات الموجودة بداخلها.

وكما هو الشأن فى النحل تتم كل هذه الأعمال بحكم الدوافع الغريزية . والواقع أنه يمكن أن نؤكد لدرجة ما أن الحياة الجماعية للنحل والنمل أكثر اكتمالا من حياة الانسان ، ولكن حياتنا ينظمها التفكير والتخطيط ، وهى فى تغير مستمر . معظمنا له الحرية فى اختيار نوع العمل الذى يقوم به ، أما النمل فليست له هذه الحرية. ان أفراد الخلية مسيرون بحكم أنماط غريزية موروثة من السلوك ، ولكن الانسان على عكس ذلك بوسعه أن يغير من الاطار الاجتماعى الذى يحياه .

خلايا النحل وأعشاش الزنابير

ان خلية النحل تعتبر عملا هندسيا رائعا يتطلب مهارة بالغة . وكل عين من عيون الخلية عبارة عن شكل سداسى يعتبر من الناحية الاقتصادية أحسن أسلوب لاستغلال الفراغ ، وتصنع العيون من الشمع الذى تفرزه وتشكله شغالة النحل .

واذا ماشاهد أحد أطفال القرية عشا من أعشاش الزنابير فانه ينظر اليه بشىء من التقدير فهو يعلم أنه يحوى تلك الحشرات التى تحمل أسلحة رهيبة ... وعلماء الأحياء ينظرون الى هذه الأعشاش بتقدير أيضا ولكن من وجهة نظر أخرى فهنا قام الزنبور بجمع كمية من المواد الخام ، وقام بتصنيعها ، وبكل مهارة قام بتشكيلها فى صورة مسكن كامل مناسب ليعيش فيه أفراد المستعمرة . فالجدار الخارجى عبارة عن طبقة من مادة فيها مرونة ومتانة ذات لون بنى وتشبه الورق ، صنعها الزنبور بفتات الخشب بعد مضغه جيدا ، والواقع أن هذه الحشرات كانت أول من قام بصناعة الورق ، ولكى يكون الجدار عازلا للحرارة فانه يصنع من عدد هائل من رقائق هذا الورق التى تضم بينها طبقات من الهواء الذى يكون طبقة عازلة . والشكل الخاص الذى يبنى منه الزنبور عشه يعتبر عملا هندسيا رائعا فهو بأقل قدر ممكن من مواد البناء يجهز أكبر حيز يعيش فيه ، وكذلك يجرى ترتيب العيون داخل العش بشكل اقتصادى عجيب،روعى فيه الاقتصاد فى المكان والموانع الى أقصى حد .

ويقوم زنبور الطين ببناء أعشاشه تحت حافات الأسقف ، وتحت الجسور « الكبارى » ، وفى الزرائب ، والأجران ، والمنازل ، وتقوم الأنثى بحمل الطين الى المكان المختار لبناء العش ، ثم تقوم بعمل مايشبه الفنجان المحتوى على عدد من التجاويف أو العيون ، ثم تضع فى هذه العيون عددا من العناكب بعد لدغها بزباناها لتشل حركتها ، وتبدأ الأنثى بعدئذ فى وضع البيض وتغلق فتحات العيون على البيض والعناكب. وعندما يفقس البيض نجد فى أجسام العناكب المشلولة غذاء طازجا شهيا من اللحم .



تبنى أنثى زنبور الطين عــددا من خلايا الطين ثم تضع فى كل منها بعض العناكب بعد أن تقوم بتخديرها وتضع معها بيضة من بيضها ثم تقــوم بقفل الخليــة بعد ذلك • وبذلك تجد العذارى الجائعة التى تفقس من بيضه زنبور الطين طعاما طازجا من العناكب •

اعشاش النمل والنمل الأبيض

يتكون عش النمل ـ سواء أكان صغيرا أم كبــيرا ـ من مجموعة متشابكة من الأنفاق التى يحفرها النمل فى الطين • وأحيانا تخلط بعض أنواع النمل الطين بالحشائش وتستعمل الخليط فى بناء العش • وتعيش بعض أصناف النمل فى كتل الخشب حيث تقوم باستعمال فكوكها القوية فى قرض الخشب وعمل العيون والممرات داخل الكتلة الخشبية • وهناك نوع يسمى نمل العسل يبنى للشغالة حجرة خاصة تعيش فيها معلقة فى سقفها • ويقوم غير هؤلاء من الشغالة بجمع الرحيق ثم يستعمله فى اطعام الشغالة المحبوسة فى هذه الغرفة حتى تمتلىء بالرحيق ، وتصــبح هــــذه الأفراد السجينة مخازن حية للغذاء يحصل منها بقية الأفراد على الغذاء فى موسم الشتاء •

أما النمل الأبيض ـ وهو حشرة تعيش حياة اجتماعية كالنمل ـ فانها تحفر أنفاقا تشبه أنفاق النمل وتبدؤها دائما من فوق سطح الأرض ، ثم تبدأ عملها فى نخر أخشاب المبانى المقامة فوق سطح الأرض . وهى تحافظ دائما على وجـــود الاتصال بينها وبين الأرض لتجد مهربا للنجاة من أى خطر مفاجىء • ويتم ذلك عن طريق حفر نفق موصل بين البناء الذى تعيش فى أخشابه وبين مسكنها الذى يقع تحت سطح الأرض • وتبطن الأنفاق بمادة تشبه الأسمنت . تعدها بخلط فتات الخشب بمادة لاصقة مخاطية تقوم بافرازها •

أعشاش الطيور

تبنى الطيور أعشاشا لسكناها تتفاوت من عش بسيط لا يكاد مظهره يدل على أنه عش ، الى مسكن بنى بمهارة فائقة يحار أمام روعتها الصانع الماهر • وتستعمل الطيور فى بناء العش شتى أنواع المواد ؛ من قش ومواد تافهة ، الى أحجار وشعر وطحالب ، وحتى جلد الثعابين • وتختلف الأماكن التى تختارها الطيور لبناء عشها ؛ فقــد تبنيها على الأرض ، أو على الروابى المرتفعة ، أو فوق الأشجار العالية •

ويختلف حجم العش حسب حجم الصغار التى ستربى فيه • فحجم العش الذى يبنيه طائر الطنان لا يزيد اتساعه عن ١½ بوصة • أما عش الصقر فقد يصل قطره الى سبع أقدام • وطائر مثل « أبى الحسن » أو الهزاز (الروبين) والصغير وأمثالهما من الطيور التى تحتــاج صــغارها الى عناية فائقة تعتبر من أمهر الطيور فى بناء العش• أما النورس فلا تكاد تحتاج الى عش لأن صغارها تســتطيع الاعتماد على نفسها بمجرد فقسها من البيضــة ، فهى لهذا تضــع البيض فى تجاويف

الصخور • وكذلك نجد آن عش بعض الطيور لا يعدو أن يكون حفرة صغيرة على الأرض قد توضع بداخلها وسادة من القش • وبساطة هذا العش فى الواقع ترجع الى أن صغار الطائر قادرة على الجرى بعد خروجها من البيضة بفترة وجيزة .

والمهارة فى بناء العش ليست مكتسبة ولكنها تولد مع الطائر • فلا تحتاج الطيور الى من يعلمها كيف تبنى عشها • وهناك من العوامل مايحدد المكان الذى يختاره الطائر لبناء العش ؛ فالطيور التى تتغذى على الأعشاب البرية مثل القنبر والأطيش تبنى عشها على الأرض • وقرب الغذاء من العش هو العامل الذى يحدد مكان العش • وقد يضحى الطائر بسلامة العش فى سبيل ذلك ، ولو أن أمثال هذه الطيور التى تبنى عشها على الأرض تعمل على اخفائه عن الأعداء بكل عناية حتى تضمن سلامة البيض والطيور الصغار• وللطيور أعداء كثيرة ؛ منها القطط ، والغربان ، والراكون ، والثعابين ، والثعالب ، وبعض أنواع الطيور الأخرى •

وتبنى أنواع كثيرة من الطيور المعروفة أعشاشها بين ثنايا أغصان الأشجار حيث تختفى جزئيا بواسطة الأوراق • وتبنى الصقور والنسور والغربان أعشاشها فوق أكثر الأشجار ارتفاعا وبخاصة مايقع منها على الرابى • فهى تعتمد فى حمايتها على الارتفاع وتعذر الوصول اليها أكثر من اعتمادها على اخفائها عن الأنظار ، وكذلك البلشون الأزرق الكبير يبنى عشه فوق قمم الأشجار العالية • انها لمتعة أن تقف لتشاهد هذه الطيور الضخمة وهى تقوم ببناء عشها واطعام صغارها •

وتستخدم الطيور فى بناء عشها كل مايقع فى متناول يدها • فطيور المراعى تستخدم الحشائش والأعشاب فى بناء عشها بينما الهزاز والصغير يستخدمان الأغصان الصغيرة الجافة والألياف والخيط والطين • انك اذا تعمدت القاء بعض الأشرطة والخيط الملون فى الخلاء فلابد أن تجدها يوما ما فى أعشاش هذه الطيور • وبخاصة الصغير ؛ فهو قادر على استخدامها بمهارة فائقة• أما النسور والصقور فتستخدم الأغصان الجافة فى بناء أعشاشها بطريقة بسيطة •

وتختار الطيور التى تبنى عشها فوق الأشجار أكثر الأماكن أمانا • ومن هذه الطيور الطائر الأزرق ، والبومة « أم قويق » ، والزمير ونقار الخشب « ناقوسة » ، وخازن البندق •

وفى الغالب لا يعيش الطائر فى نفس العش عاما بعد عام • والسبب هو أن الطائر يبدأ فى بناء عشه للتزاوج الذى يتم فى مواسم تختلف حسب نوع الطائر • فالبوم والصقور تتزاوج مبكرا وتتغذى صغارها بالحيوانات الصغار (كالأرانب والفئران البرية) التى تكثر فى فصل الربيع • أما الطيور التى تتغذى صغارها بالحشرات فانها تتزاوج متأخرة حتى تجد الصغار عندما تخرج من البيض كفايتها من الحشرات لتتغذى بها.

وتختلف المدة التى يفقس بعدها البيض ولو فى المتوسط • وخلال فترة حضانة البيض تبقى أنثى الطائر فى العش لتوفر الدفء للبيض وهى لا تغادر عشها الا لفترات قصيرة للشرب أو لتمرين عضلاتها • وتقوم الذكور فى معظم أنواع الطيور باطعام الأنثى طوال مدة الحضانة ، ولهذا يظل الذكر مشغولا بعمله هذا طول الوقت • وتغطى الأنثى البيض بريشها جيدا لتحفظ له أكبر قدر ممكن من الحرارة وهى تقلبه بين آن وآخر • واذا لم تفعل ذلك فقد يخرج الطائر الصغير وهو عاجز عن الحركة ، أو به نقص فى نمو عضو من أعضائه • أما تغذية صغار الطيور فتقع مسئوليتها مشاركة بين الذكر والأنثى غالبا.

ويحب بعض الأطفال احضار أعشاش الطيور معهم الى المدرسة • ويحسن ألا نشجعهم على ذلك خلال فصل الربيع أو الصيف حتى نتلافى ازعاج الطيور • ولا مانع من احضار تلك الأعشاش خلال فصل الشتاء حيث تكون الطيور قد انتهت من



يتخفى هذا الطائر الذى يرقد على البيض فى البيئة من حوله . وكذلك الحال تتخفى
حيوانات أخرى كثيرة بواسطة ألوانها وهذه وسيلة لحمايتها .

استعمالها ، وغالبا لن تحتاج اليها ثانية . ولا شك أنه يمكن دراسة هذا الموضوع فى فصل الشتاء بدلا من الربيع . ويمكن الرجوع الى الفصل (١٣ ب) اذا أردت المزيد من المعلومات عن أعشاش الطيور .

مساكن بعض الحيوانات

السنجاب : السنجاب من الحيوانات التى تسكن فى تجاويف الأشجار حيث يختزن بعض الثمار الجافة وحيث يختبىء معظم شهور فصل الشتاء . وفى بعض الأحيان يحفر السنجاب الأحمر لنفسه جحرا فى الأرض بالاضافة الى الجحر الذى اتخذه مسكنا فى الشجرة . ويبنى السنجاب الرمادى مساكن صيفية من القش وأوراق الأشجار فى تجاويف الأشجار ويربى فيها صغاره . وفى ليالى الشتاء القارسة البرد يلجأ السنجاب الى احدى الأشجار المجوفة ، أو الى مخبأ مشابه ليتقى البرد .

السمور (كلب الماء) : يبنى السمور لنفسه مساكن واسعة فى البرك والمستنقعات عن طريق اقامة سد صناعى من الحطب والطين . ولا تختلف هذه المساكن فى الشكل عن أكوام من الحطب أو القش التى يخلفها وراءه أحد الحطابين ، ولهذا لا يميزها الا الشخص الخبير بأسرار حياة هذا الحيوان . ولكى يتمكن الحيوان من الحصول على غذائه شتاء فانه يخزن بعض فروع الأشجار الغضة بأن يثبتها فى قاع البركة ، وعندما يحل فصل الشتاء ويتجمد سطح البحيرة فانه يغوص الى القاع ليجد الغذاء « الطازج » . وللمساكن مداخل تقع تحت الماء وبها حجرة فى مستوى أعلى من سطح الماء يجد فيها السمور بعض الراحة . والسمور يتنفس بواسطة رئتين ، ولهذا لا يمكنه أن يبقى مدة طويلة تحت الماء . ويشترك عدد من كلاب الماء فى بناء هذا المسكن ، ولهذا يعيش عدد كبير منها فى مستعمرة واحدة .

فأر المسك : مساكن هذا الحيوان سداسية الشكل وتصنع غالبا من النباتات التى تنمو فى

المستنقعات • وللمسكن مدخل يقع تحت الماء مثل مسكن السمور ويخزن هذا الحيوان الطعام ليستخدمه فى فصل الشتاء • ويفضل فأر المسك الحياة على الشواطىء المنحدرة خلال الشهور الدافئة على الحياة فى الأنفاق • ويستعمل هذه الأنفاق فى الواقع للولادة وتربية الصغار •

الفئران والجرذان : تستخدم الفئران بعض المواد اللبنية فى بناء مساكنها سواء أكانت فى المنازل أم فى الحقول والغابات • وفى هذه المساكن تضع الأنثى صغارها وتتولى تربيتها حتى تصبح قادرة على الاعتماد على نفسها • ويلاحظ الذين أمكنهم العثور على مساكن الفئران فى الحقل أو فى المنزل امتلاء هذه المساكن بعديد من المواد التى جمعتها الفئران فى بناء المسكن المناسب لتربية الصغار •

المرموط أو الفأر الجبلى : يعتبر المرموط من أمهر الحيوانات فى الحفر ، وفى كثير من الحقول يمكن أن تعثر على مسكن أو أكثر لهذا الحيوان ، وقد يصل عمق أنفاق هذا المسكن الى ثلاث أو أربع أقدام تحت سطح الأرض ، ثم تمتد متفرعة الى مسافات تصل الى عدد كبير من الأقدام • ومع أن الحيوان يخرج التراب الذى ينتج عن الحفر ويضعه بالقرب من أحد المداخل الا أن هناك دائما أكثر من فتحة يستخدمها الحيوان فى الهروب عند الخطر. ويكاد يكون من المستحيل رؤية هذه الفتحات أو تعرف أماكنها فهو يخفيها عن الأنظار بكل وسيلة ممكنة ، فليس بجوارها أى أثر من آثار تراب الحفر ، وغالبا ماتكون بالقرب من صخرة ضخمة أو حزمة من الغاب أو الأعشاب الكثيفة •

ويمضى المرموط فترة البيات الشتوى ومعظم أوقاته فى فصل الصيف فى هذا المسكن • فهو هناك فى أمان ولو أنه قد يقع فريسة لأحد الحيوانات من أعدائه وهو يبحث عن غذائه بعيدا عن مسكنه • والغلبة هنا لمن يكون منهما أسرع فى الجرى • ويتغذى المرموط بالبرسيم والحشائش وتعتبر أنفاق هذا الحيوان مصدر خطر كبير لحيوانات الحقل ؛ فقد تتسبب فى كسر أرجلها اذا داستها بأقدامها •

الظربان الأمريكى والأرانب : فى كثير من الأحيان تستعمل الظربان والأرانب أنفاق الفأر الجبلى مسكنا لها • ولا يجد الظربان أى صعوبة فى الاستيلاء على هذه المساكن بسبب الرائحة الكريهة التى تنبعث من غدد خاصة فى جسمه • وقد يتخذ الظربان مساكن له تحت أكوام التبن ، أو تحت أسوار المبانى ، أو داخل الكتل الخشبية المجوفة • أما الأرانب فلا تملك شيئا من الأسلحة



ربما يوجد عدد من كلاب الماء تسكن مكانا مثل هذا الذى تبنيه فى الماء والذى يمنعه السد من الحركة • وتجد كلاب الماء فى هذا المسكن مأوى يحميها من الأعداء •

الدفاعيــة أو المنقــرة كالظربان • ويعوض ذلك ماتميزت به من سرعة هائلة.وهى اما أن تستعمل أنفاق الفأر الجبلى المهجورة ، واما أن تكتفى بأبسط أنواع المساكن البدائية التى قد تكون مجرد حفر وتجـاويف فى الأرض ، أو قد تبنيها فى أكوام الأعشاب أو الصخور •

واذا تصــادف أن كنت مارا بأحـد الحقول وتسـببت فى ازعاج أرنب جبلى ودفعتـه للهروب فحاول أن تعثر على المكان الذى كان مختبئا فيــه وستجده عبارة عن تجويف أو حفرة بسيطة • أما فى الشـــتاء فغالبا مايقوم باعداد مسكنه بمهارة وعنــاية تكفلان له الوقاية التــامة من الرياح والأمطار •

فأر الجوفر الأمريكى والســنجاب المخطط وكلاب البرارى : تقوم جميع هذه الحيوانات بحفر أنفاق عميقة تحت الأرض • ويحفر الســنجاب المخطط مثل هذه الأنفاق ويهتم دائما بازالة آثار الحفر تماما من حول المدخل • أما كلاب البرارى ــ التى توجد بأعداد ضخمة فى الجانب الغربى من الولايات المتحدة الأمريكية ــ فتعيش فى مستعمرات قد يصــل عدد أفراد المستعمرة الواحــدة منها الى ألف حيوان • وتمتاز أنفاق مسكن كلب البرارى بطولها المفرط ، واتصالها بأنفاق مساكن غيره من أفراد المستعمرة •

الراكون : يبنى هــذا الحيوان مســكنه فى تجاويف الأشجار حيث يضع صغاره ويرعاهــا ، وغالبا مايكون مدخل المسكن على ارتفاع كبير ، من سطح الأرض •

الثعالب : للثعالب جحور متقنة الصنع تربى فيها صـغارها • وبعد أن يتم فطامها تخرج الأم لصيد الحيوانات الصغيرة لتتغذى الصغار بها • وتستهلك أسرة الثعلب كمية ضخمة من اللحم • ولهذا عندما تكثر الثعالب فى جهــة من الجهات فان الأرانب والطيور والديكة البرية تقل بدرجــة ملحوظة • واذا قلت الحيوانات البرية فان الثعالب لا تتورع عن مهاجمة حظائر الدواجن فى المزارع القريبة • واذا طوردت فانها لن تهرب الى جحورها التى تحتمى بها صغارها ، ولكنها تهيم على وجهها فى الخلاء حتى يختفى مطاردوها •

مسكنان يثيران الإعجاب

نسيج العنكبوت: الواقع أن مسكن العنكبوت يعتبــر من أروع ماأنتجته الطبيعة من أعمـــال هندسية • ويستخدم نسيج العنكبوت لاصطياد الحشرات التى يتغذى بها العنكبوت • ونســيج العنكبوت عبارة عن خيوط تشبه الحرير يفرزها الحيوان من غدد خاصة فى رأسه • وبالرغم من أن هذه الخيوط متناهية فى الدقة فانها قوية متينة • وتختلف أشكال نسيج العنكبوت باختلاف فصيلة العنكبوت نفسه ، بحيث اننا نستطيع تمييز هذه الفصيلة من شكل المسكن وطريقة نسجه •وعندما ينتهى العنكبوت من بنــاء عشــه يختار موقعا استراتيجيا يختفى فيه وينتظر متحفزا استقباله احدى الحشرات فى النسيج • ويستدل على وقوع الفريســة من اهتزاز النســيج وينقض عليها ثم يلدغها فلا تلبث المادة السامة التى يحقنها بها أن تشل حركتها • ثم يبدأ فى تقييدها بخيوط لزجة وعندئذ يبادر الى امتصاص رحيقها •

ذبابة الكاديس : تعيش يرقة هذه الذبابة فى مياه البرك والمستنقعات • وتقوم يرقة بعض أنواع هــذه الذبابة بعمــل أنبــوبة من حبيبات الرمل وبعض المواد التى تشبه الأسمنت وتعيش فيها • ويعد البعض الآخر لنفسه علبة من قشور الخشب اللين تعيش فيها اليرقة حتى تتحول الى حشرة كاملة وفيها تخزن الغذاء وتحمى نفسها من التيارات المائية •

واذا انتزعت اليرقة من هـــذه العلبة التى تعيش فيها ووضــعت فى اناء به ماء من البركة فانها تبادر بعمل علبة أخرى من المواد التى قد تجدها حولها•وقد قيل انها استعملت قطعا صغيرة

شفافة من الأفلام والسلوفان وضعها لها أحد الباحثين فى الماء ٠

طرق الحصول على الغذاء

الحيوانات الرمية : تتغذى بعض الحيوانات بخبث الحيوانات الميتة ، أو المواد التى فى طريق التحلل ٠ وتعرف هذه بالحيوانات الرمية ؛ فالنورس مثلا يتغذى بالفضلات الطافية على سطح الماء فى الموانىء ، والضبع يتغذى بما يتبقى من فريسة الحيوانات المتوحشة الأقوى منه كالأسد ٠ والنسر يتغذى بالجيفة ٠ وخنافس الروث تضع بيضها فى البراز حتى تجد الصغار كفايتها من الغذاء عند فقسها ٠ كل هذه حيوانات تعيش على الرمم والجيف ٠

الضوارى (آكلة اللحوم) : على النقيض من الحيوانات السابقة نجد حيوانات تبعث الرعب فى البرية ، وهى الوحوش آكلة اللحوم التى تعيش بافتراس الحيوانات الحية ٠ ويقع تحت هذا النوع من الحيوانات كل مايعتمد منها فى غذائه على لحوم الحيوانات الحية الأخرى ابتداء من الأسد ملك الغابة وهو يفترس الحمار الوحشى والهزاز ٠ الذى يلتقط الديدان ليطعم بها صغاره ٠ وهناك الحوت القاتل الذى يتغذى بالحيوانات الحية مثل الفقمة أو عجل البحر ويعد هو الآخر من الحيوانات آكلة اللحوم ٠ ولعل من أغرب الضوارى سمكة البيرانها المشهورة فى نهر الأمازون التى تثير الرعب فى هذا النهر ٠ وتستطيع هذه الأسماك تمزيق حيوان فى حجم الخنزير الكبير والتهامه فى بضع دقائق ٠

آكلات العشب : وتعيش هذه الحيوانات بأكل العشب ، ومن أمثلتها الأرنب ، وهو مشغوف بأكل الخضراوات ، وبعض الحيوانات المنقرضة كالديناصور والبرنتوصورس من الحيوانات آكلة الأعشاب أيضا ٠

ومن بينها أيضا بعض القواقع وكثير من الحشرات والطيور آكلة الحبوب ٠ ومن الطريف أن تعلم أن جميع حيوانات الانسان المستأنسة تعتبر من آكلة الأعشاب باستثناء الكلب والقط ٠

الطفيليات : تعيش الكائنات متطفلة على غيرها من الكائنات الحية ٠ ويسمى الكائن الحى الذى تتطفل عليه « العائل » وتتغذى الطفيليات من العائل ، وغالبا ماتجعله فى نفس الوقت مسكنا لها وتعيش اما داخله واما خارجه ٠ ومن أمثلة هذا النوع من الطفيليات الديدان التى تصيب الانسان وغيره من الحيوانات ٠ والطفيليات لا تجد أى مشكلة فى البحث عن الغذاء فهو فى متناول يدها دائما ٠ وقد يقتصر غذاء بعض الطفيليات على نوع واحد معين من الطعام ويترتب على هذا أنها لا تتطفل الا على العائل الذى يمدها بهذا الغذاء فقط ولا يمكنها أن تتطفل على غيره ٠

ومن أمثلة هذا النوع البروتوزوا التى تتطفل على الانسان وتسبب له مرض الملاريا ، ولو أنها تحتاج الى عائل آخر تكمل فيه دورة حياتها وهو أنثى بعوضة الانوفوليس ٠ وينتشر المرض عندما تلدغ هذه البعوضة انسانا مريضا بالملاريا تمتص دمه المحتوى على الطفيل ٠ ويتم الطفيل دورته فى جسم البعوضة وعندئذ تصبح البعوضة حاملة للمرض ٠ فاذا مالدغت انسانا سليما نقلت اليه الطفيل ولا يلبث أن تظهر عليه أعراض الملاريا ٠ وهكذا من خلال دورة الطبيعة التى لا تنتهى نجد أن الطفيليات نفسها لها حيوانات متطفلة أخرى قد تعيش متطفلة عليها ٠ وبالمثل نجد أن الزنبور الحفار ــ الذى يتطفل على العنكبوت فيقتله ويضع بيضه فيه ليتغذى صغاره بجسمه ــ يتعرض للاصابة بنوع من الفطر الذى يتطفل عليه فيقتله٠

الحيوانات مختلطة التغذية : وهذا النوع يتغذى بالنبات والحيوان مثل الكائن البشرى الذى يعتمد فى غذائه على مصادر حيوانية كالسمك واللحم كما يعتمد على مصادر نباتية كالخضراوات٠

التبادل النفعى أو المشاركة فى التغذية :
هناك نوع غريب من التغذية يعيش به حيوانان



قتـل عنكبوت الحديقة البرتقالى جرادة وقفت على نسيجه وذلك باحاطتها بالخيـوط الحريرية ثم عضها بعد ذلك .

معا فى علاقة تعتمد أساسا على تبادل المنفعة . ومن أمثلة هذا النوع من الحيـاة التى تثير الدهشة الارحقة (النمل الأبيض) وشريكها وحيد الخلية . فلولا هذا الحيوان وحيـد الخلية الذى يعيش فى أمعاء الأرحقة لتعذر عليها الاستفادة من الخشب الذى تتغذى به ، فلهذا الحيوان (وحيد الخلية) القدرة على تحويل الخشب . الذى تأكله «الأرحقة» الى مواد تستطيع الاستفادة منها . واذا قفرت أمعاء النمل الأبيض « الأرحقة » من هذا الكائن الحى فهى ميتة لا محالة . وفى نفس الوقت الذى تعتمد فيه « الأرحقة » على مساعدة الكائن وحيد الخلية تجد أن « الأرحقة » توفر له المأوى والمأكل .

وسائل الحماية

اللـون : قد يكون من السهل التمييز بين الكائن الحى والجماد بواسـطة اللـون ، « فطائر المحل » الذى يثبت فى مكانه على الأرض فجأة قد يخطئه الصـياد بسـبب اختـلاط لونه مع لون الأرض . والغزال الضعيف يحتمى من عيون الصياد بلونه المبرقش الذى يختفى مع لون الأرض المغطاة بورق الشجر وبقع الشـمس ، وبخاصة عندما يقف سـاكنا بلا حركة . وهناك بين الحيـوانات مايغير لونه مع تغير الفصول . مثلا يكون لون ابن عرس بنيا فى فصل الصيف ليلائم لون العشب الذى يعيش فوقه . أما فى الشتاء فيتغير لونه الى اللون الأبيض فتصعب رؤيته عندما يجرى فوق الثلج الأبيض الذى يغطى الأرض . وفى حـالة الأسـماك غالبا مايكون ظهرها داكن اللون حتى تختفى مع ظلام قاع البحر اذا نظر اليها عدوها من أعلى ، أما سطحها السفلى فلونه غالبا فاتح حتى تصعب على أعدائها رؤيتها من أسفل حيث تختفى فى الضوء الذى يغمر سطح المـاء . ومن الأمثلة التى توضح هذه الظاهرة سمك الفلاوندر .

والسطح العلوى لهذا السـمك لونه بنى ترابى غامق يشـبه لون الطين البنى الذى يغطى القاع . أما سطح البطن فهو أبيض تقريبـا . والضفدعة مثل آخر يشـبه السمك المذكور ، فسطحها العـلوى زيتونى غامق يجعـل رؤيتها عسرة اذا نظرنا اليها من أعلى ومن حولهـا قاع البحيرة أو البركة القاتم اللون .

مماثلة الحيوان للبيئة : تعمد بعض الحيوانات الى التخفى كوسيلة لتجنب أعدائها . والحشرات من الكائنات الحية التى تستعين بالتنكر فى أوضح صورة له لكى تختفى عن أعدائها . وهناك مثـلا حشرة تعرف « بالعصـا المتحركة » وهى تبـدو كالغصن الجاف . وهناك أيضا فراشة الكاليما التى لا يختلف شكلها عن شكل ورقة النبات حتى فى تعريقها . وهناك أيضـا حشرة نطـاط الـورق العجيبة التى تشبه أشواك النباتات الشائكة تماما فى اللون والتركيب . وهناك نوع من الثعابين غير السامة يلجأ الى التشبه بثعبان الكوبرا السـام فيدفع رأسـه الى الخلف ويفلطح رقبته لتخويف عدوه ، ولكن العلامة الصغيرة الواقعة على جانب الرأس تكشف خداعه . وقد يحاول أسلوبا آخر ليخيف أعداءه فيستلقى على ظهره ليبدو كما لو كان ميتا .

المذاق والرائحة : والرائحـة الكريهة قد تكون وسيلة أخرى من وسائل الحماية . وتستعمل الظربان هـذه الوسيلة فلا تعرف الخوف بسببها ويسير الواحد منها وهو مطمئن الى أن الكل سيخلى له الطريق . ولهـذا الحيوان غـدد تحت الذيل مباشرة تفرز سائلا قويا له رائحة كريهة للغاية

لا يطيقها أى كائن حى والانسان يهرب منها وعندما يشعر الحيوان بالخطر يسرع بالقاء هـذا السائل الممقوت على مهاجميه • ولن يجد أى حيوان من أعدائه الشجاعة الكافية للاقتراب منه ، وله تلك الرائحة الخبيثة ، وغالبا ما تدفع الثعابين وبعض الحيوانات الأخرى برازها الى الخارج عندما يعتدى عليها ، فرائحـة البراز الكريهـة قد تبعد عنهـا أعداءها •

وهناك بعض الحيوانات تعتمد على طعمها غير المقبول فى تجنب أعدائها وبهذا لا تصـبح لقمة سائغة لها • وابن عرس ــ رغم طباعه العدوانية ــ له رائحة كريهة لا تغرى الحيوانات آكلة اللحوم بمهاجمته • ولبعض الطيور التى تتغذى بالأسماك ــ كطائر النورس أو الغر ــ طعم خاص لا يشجع الانسان على صيده وأكله كما يفعل بالبط مثلا • وكذلك هناك كثير من الحشرات يعيش فى أمان من الطيور بسبب طعمها الكريه •

التسلح : للقنفذ وسـيلة فريدة فى نوعها من وسائل الحماية ؛ فكل جسمه ــ فيما عدا الجزء السفلى من البطن ــ مغطى بأشـواك واقية قابلة للانفصال • وعنـدما يهاجم القنفذ لا يلبث أن يكور جسمه فيصبح كالكرة ليقى بطنه العارى من الشـوك ، فلا يتمكن منه العدو والمهاجم • واذا هاجمه كلب أو ذئب اكتست شفتا الحيوان المهاجم وفمـه بطبقة من الأشـواك القـوية التى تنتهى بأسنان تشبه الخطاف تجعل انتزاعها من الفم من الصـعوبة بمكان • والقنفذ بطئ الحركة ، ومن السهل على الانسان صيده • وهو يعتاد بسهولة حياة الأسر ويصبح أليفا •

والسلحفاة تعيش فى أماكن داخـل درعها التى تحيط بجسمها تماما ، وخاصة اذا ماسحبت رأسها وأقدامها داخل الدرع فتصـبح فى مأمن تماما • وتشـبه السلحفاة حيـوانا آخر يعرف بالارمادلو • ويغطى جسم هـذا الحيوان العجيب صفائح قرنية قوية • واذا ماهوجم هـذا الحيوان تحول الى مايشبه الكرة ورأسـه داخلها فتحميه تلك الصفائح التى تشبه الدروع • والقواقع من أحسن الأمثلة للحيوانات التى تحمى نفسها بهذه الوسـيلة ؛ فهى تسحب خلفها مسكنها ، وهى تتحرك • فاذا ماشعرت بخطر انسحبت داخل قوقعتها •

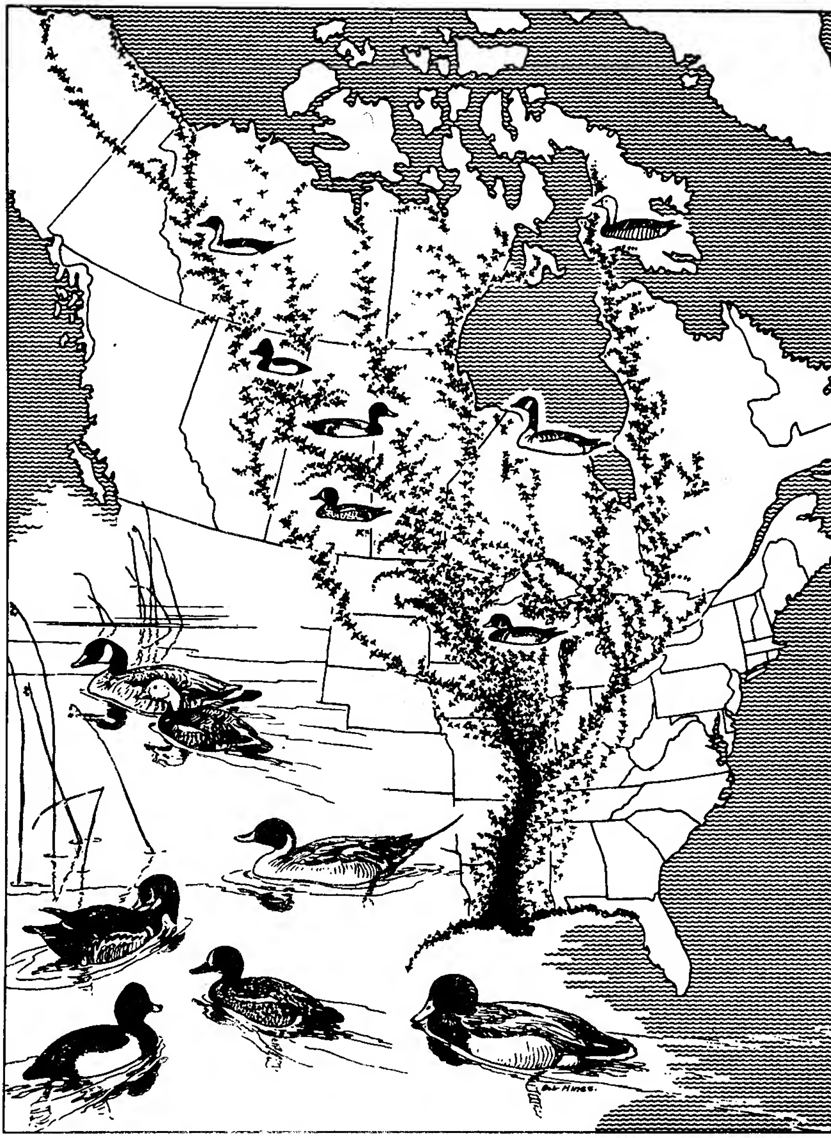
السرعة : كثير من الحيوانات آكلة العشب تعتمد على سرعتها الفائقة فى الهروب من أعدائها• ومن أمثلة هذه الحيوانات الظبى والغزال •ويعتمد الأرنب كذلك على سرعة أقدامه ليحافظ على حياته هذا بالاضافة الى لونه وقدرته على التوقف الفجائى والجمود فى مـكانه مدة طويلة بدون حـركة مما يساعده على تجنب أنظار عدوه • وفأر الحقل أيضا يعتمد على سرعته فى القفز قفزات عالية ليهرب من مهاجميه ، فضلا عن براعته فى الوصول الى مسكنه المتعدد الفتحات والاختفاء فيه ليحافظ على حياته •

الهجـــرة

ان هجرة الطيور أمر شائق ومحير فى نفس الوقت • وكثـيرا ماتساءل : أين ذهبت الطيور التى تعودنا أن نراها حولنا فى بعض المواسم • وكيف نجد سبيلها ؟ وهل ستعود نفس هـــذه الطيور ثانيا الينا ؟

وبالرغم من أن هناك الكثير الذى نجهله عن هجرة الطيور فان هناك بعض الفوائد الواضحة التى تجنيها الطيور المهاجرة من رحلتها السنويةالدورية التى تقوم بها من البقاع التى تتكاثر فيها ومواطنها الشـتوية • فالهجرة ــ عادة ــ تهيىء للطيور المهاجرة فرصة التمتع بفصل الصيف فى الشمال• ثم تهاجر الى الجنوب قبل أن يحل الشتاء بصقيعه حيث ينعدم الغذاء وتبدأ الحشرات فترة السكون الشتوى وتغطى الأرض والنباتات بالجليد ، وفى نفس الوقت يقصر النهار وتقل ساعاته بدرجـة لا تسـمح للطيور بجمع كفايتها من الغـذاء فى الوقت الذى تحتاج أجسامها الى كميات أكبر من الغذاء لمقاومة البرد الشديد •

وفى الربيع عندما تتجه الطيور ثانيـا الى الشمال تجد فى انتظارها مايكفيها ويكفى صغارها من الغذاء فى المناطق غير المأهولة •



ممر طيران الطيور فى ولاية مسيسبى الأمريكية أحد الممرات الأربعة الكبرى للطيور . وتغطى هذه الممرات تقريبا عرض أمريكا الشمالية كلها وتمتد من الساحل القطبى حتى أمريكا الجنوبية .

وهكذا نجد تعليلا للهجرة ، ولكن هذا التعليل لا يفسر لنا طبيعة الدافع الحقيقى الذى يدفع الطائر للقيام بهذه الرحلة الطويلة . يعتقد البعض أن كمية الضوء وتغير طول النهار هو القوة المنبهة للطيور كى تبدأ فى رحلتها . ويعترض البعض على هذه النظرية مبررين اعتراضهم بأن هناك بعض الطيور مثل عصفور الجنة ، وطيور الشواطىء تهاجر الى الجنوب رغم توافر الغذاء فى أوطانها وقت الهجرة ، وكذلك أبو الحين (الهزاز) أو الطائر الأزرق تترك خلفها أوطانها الغنية بالغذاء فى الجنوب متجهة الى الشمال خلال الربيع.

ان الانتظام السنوى الدقيق فى وصول وعودة الطيور المهاجرة هو الذى يجعل أصحاب هذه النظرية يعتبرون أن الدافع المحرك للهجرة هو زيادة نسبة الضوء فى الربيع ونقصه فى الخريف . وعلى كل فان لهذه النظرية بعض نقط الضعف التى تحد من قوتها وتجعلها قاصرة عن تفسير هجرة بعض أنواع الطيور .

وتبقى بعد ذلك أيضا أسئلة كثيرة عن الهجرة تحتاج الى تفسير : لماذا تتبع أفراد النوع الواحد من الطيور نفس الطريق شمالا وجنوبا ؟ لماذا تقوم بعض الطيور القطبية برحلتها العجيبة فتبدأ من خلف الدائرة القطبية طائرة الى الجنوب حتى تصل الى ساحل أمريكا الجنوبية عند تيرادلفيجو ثم تعود مباشرة وتطير عائدة الى الشمال القطبى . وكيف يستطيع الطائر الصغير أن يعرف الطريق الذى يسلكه أفراد جنسه دائما ، مع أنه لا يكاد يخرج من البيضة حتى يبدأ رحلته بلا رفيق من الطيور الكبيرة يدله على الطريق ؟ انه من السهل علينا أن نتخلص من الرد

على هــذه الأسئلة العويصة معللين السبب بأنه الغريزة ؛ فالواقع أن العلمـاء لا يقنعون بهـذه الاجابة السهلة ، ولهذا السبب نجدهم فى دراسة مستمرة محاولين الكشف عن أسرار هجرة الطيور.

ويستعين الدارسون لهذه الظاهرة باستعمال حلقات صغيرة مميزة من الألومنيوم يثبتونها حول أرجلها ثم يطلقونها لتطير ، ولن يؤذى وجود هذه الحلقة لطائر بأى حال • ويحفظ هؤلاء الدارسون سجلا عن الطيور التى أطلقوها وعن الأماكن التى عثر عليها فيها بعد ذلك ، ثم يقومون بدراسـة وتحليل نتـائج البحث ورسـم خرائط توضح الطريق التى يسلكها الطائر خـلال هجـرته • وأثبتت بعض هـذه الدراسات أن بعض أنواع الطيـور (الآباء) تعـود بعـد رحلتها الطويلة وتعشش على نفس الشـجرة أو الصـندوق أو الغصن الذى استعملته فى العام السابق ،وأظهرت هذه الدراسات أيضا أن الطائر قد يهاجر سنة بعد أخرى سالكا نفس الطريق الذى سار فيه فى المرات السـابقة ومتوقفا فى نفس المناطق التى نزل بها قبلا ، هذه الثقة العميقة والمعرفة الدقيقة بالطريق تثير دهشـتنا وفضولنا لمعرفة أسرارها حقا • ماسر تلك الحاسة الدقيقة التى تهدى الطائر الى الاتجاه الصحيح ؟ وكيف يهتدى الطائر الى طريقه ؟ من المسلم به ان للطائر قوة ابصـار ممتازة ، ولكن هذا لن يفسر لنا قدرة الطائر على الطيران فوق بحار ليس بها مايحدد لها الاتجاه ، أو خـلال الضباب الذى يعيق الرؤية • ويؤمن بعض العلماء بالنظرية التى تعزو قدرة الطائر على الهجرة الى وجود حاسة مغناطيسية أى وجود عضو بجسم الطائر حساس يوجهه فى حركته خـلال المجال المغناطيسى الأرضى (انظر الفصل ١٢ أ) ولو أن هذه النظرية لم تؤيد بعد بالدليل القاطع. والواقع أن مفتـاح السر والاجابة عن السـؤال القديم المحير الخاص « بحاسة الاتجاه » عند الطيور لا يزال مجهولا وعلى الانسان أن يعثر عليـه حتى يفهم أسرار هجرة الطيور •

ففى سـنة ١٩٣٥ اكتشف العالم فردريك لينكولن نتيجة دراسته والاحصائيات التى جمعها أن هناك أربع طرق كبيرة للطيران تستعملها الطيور فى الهجرة فى أمريكا الشمالية وهى : « طريق الأطلنطى ، وطريق المسيسبى ، والطريق المركزى وطريق الباسيفيك » وقد ورد وصف هذه الطرق بدقة موضحا بالخرائط فى كتاب أصـدره مركز الوثائق التابع لحكومة الولايات المتحدة بواشنجطن. وقد ورد فى هذا الكتاب أيضا :

« لقد شقت الطيور طرقا لها تستعملها فى هجرتها فى الجانب الغربى من الكرة الأرضـية قديما وقبل أن يهاجر الرجل الأبيض الى أمريكا. ان القيم الاقتصادية والجمالية تحتم علينا أن نهيىء الفرصـة لهذه الطيور أن تسـتمر فى ممارسة عاداتها القديمة التى تثير العجب فى الهجرة من مكان الى آخر • »

ولعل من أغرب الحيـوانات الثديية المهاجرة هو حيوان « اللمنج » ، والنوع النرويجى منـه يهاجر فى تجمعات هائلة ويبـدأ رحلته الطويلة بدون توقف ويقطع البحيرات سباحة مخترقا المدن قاطعا البحار ، وطبيعى أن يهلك الكثير من أفراده أثنـاء تلك الرحلة الطويلة • وقد فسر بعضهم السبب فى هجرة هذه الحيوانات بأن الغذاء لا يكون كافيا فى ذلك الوقت ، ولهذا يهاجر للبحث عن مصـادر أكثر غنى بالغذاء • ولكن هل يساعد تجمع هذا العدد الهائل منه فى مكان واحـد على حل مشكلة الغذاء ؟ ان مشـكلة الهجرة،مازالت تحتاج الى حل وتفسير •

وكذلك يحاول الانسـان منـذ أمد طويل أن يصل الى أسرار هجرة ثعبان السـمك الى بقعة متوسطة فى جنوب الأطلنطى حيث يتكاثر ؛ ففى هذه المنطقة تتجمع ثعابين السمك البالغة آتية من أنهار أوروبا وأمريكا • ومن العجيب أننا لا نرى الثعابين الصغيرة فى هذه الأنهار اطلاقا ، وبعد سنوات من البحث الدقيق الذى اشتركت فيـه كثـير من الدول وتحت اشراف مكتب تربيـة

الأسماك فى الولايات المتحدة أمكن الوصول الى القصة الحقيقية لهجرة ثعبان السمك • وكان الباحثون يصطادون الثعابين ثم يضعون عليها علامات خاصة مميزة ثم يطلقونها ثانيا فى مكان معين ، وعند العثور عليها يسجل التاريخ والمكان وبتجميع المعلومات والبيانات بهذه الطريقة أمكن تجميع أجزاء اللغز . وبعد أن يفقس البيض وتخرج الثعابين الصغيرة الى ماء احسيج الدافئة تبدأ فى رحلتها الطويلة الى الأنهار التى أتى منها آباؤها ، فالثعابين التى جاءت من آباء أوروبية تتجه الى الشرق حيث مداخل أنهار أوروبا ، وتتجه بقية الثعابين التى جاء آباؤها من أمريكا الى الغرب حيث تشاهد بعد ذلك فى أنهار أمريكا • وما ان تكبر هذه الثعابين حتى تعود لتقتفى آثار آبائها بحثا عن مكان يحميها فتعيد الرحلة الخالدة من جديد • وكما يحدث دائما فى عالم الكشف كلما توصل الانسان الى شىء من المعرفة عن أسرار الطبيعة فتحت تلك المعرفة آفاقا جديدة فى عالم المجهول وظهرت أمامنا أسئلة جديدة تحتاج الى حل • فالآن ، وبعد أن عرفنا أسرار تلك الرحلة العجيبة التى يقوم بها ثعبان السمك نحاول الاجابة عن السؤال الكبير : كيف أمكن تلك الثعابين الصغيرة دون معلم أن تعرف الطريق الذى اتبعه آباؤها من قبل فتسير فيه متجهة الى أوطانها الأصلية فى أنهار أوروبا أو أمريكا ؟!

البيات الشتوى

تلجأ الحيوانات « ذات الدم البارد » كالضفادع والثعابين الى البيات الشتوى فى أشهر الشتاء الباردة • ولما كان لهذه الحيوانات قدرة محددة على تنظيم درجة حرارتها فان احساسها يسكن وتمتنع عن الحركة • ولحسن الحظ أن هذا يحدث فى الوقت الذى يقل فيه الغذاء ويكاد ينعدم تماما خلال الفترة التى تلجأ فيها الى البيات ، حيث ان الوسيلة الوحيدة للمحافظة على حياتها حتى الربيع التالى هى أن تسكن تماما عن أى نشاط حركى • وأثناء ذلك تضعف عملية لتمثيل الى أقل درجة ممكنة والى الحد الذى يكاد يكفى لاستمرار حياتها • أما فى الحيوانات ذوات الدم الحار فان الفترة التى تمضيها فى سبات خلال بياتها الشتوى تفيد فى حفظ كمية الغذاء المخزنة فى أجسامها •

الطائر الطنان : من أعجب ماكتشف حديثا ، قصة البيات الشتوى للطائر الطنان • هذا الطائر المغطى بالريش الدقيق يقوم بعملية تمثيل للطعام غير عادية • فهو يحرق غذاءه بسرعة كبيرة ولهذا تجد درجة حرارة جسمه عالية جدا • فالطائر الطنان يعيش بمعدل أسرع من أى طائر أو حيوان ثديى آخر ويستهلك فى سبيل ذلك بطبيعة الحال كميات ضخمة من الغذاء • وهو يقضى معظم أوقاته فى جمع الغذاء الذى يتكون من رحيق الأزهار والحشرات • ولكن كيف يتغلب على مشكلة الجوع ليلا ؟ لقد أثبتت الدراسات التى أجريت بدقة للتحكم فى كل العوامل المؤثرة أن الطائر بمجرد أن يبدأ فى النوم تهبط سرعة التمثيل فى جسمه بدرجة كبيرة • وعند منتصف الليل تقريبا لا تزيد سرعة عملية التمثيل على $\frac{1}{15}$ من السرعة التى كانت تتم بها أثناء النهار ، ولهذا تهبط درجة حرارة الجسم مابين ٢٠ ، ٣٠ درجة • والواقع أن حياة الطائر فى أثناء الليل فيها الكثير من عملية البيات الشتوى فهو يمضى الليل فى ثبات تام بلا قدرة على الحركة • هذا البيات الليلى هو الوسيلة التى يحافظ بها الحيوان على استمرار حياته دون طعام من غروب الشمس الى شروقها •

السمك الرئوى : يتميز السمك الرئوى بفترة بيات تعتبر أطول فترة يمضيها حيوان فقرى فى سبات ويوجد هذا السمك العجيب فى أفريقيا وأمريكا الجنوبية ويعيش فى القنوات والبحيرات التى تجف من الماء جزءا من السنة • وما ان تجف تلك البحيرات حتى يتقوقع السمك داخل كرة من الطين بها فتحه يتنفس خلالها • وبديهى أن الخياشيم العادية لا تستطيع تأدية وظيفتها

التنفسية تحت هذه الظروف ، ولهذا فقد تحورت المثانة الهوائية التى تعين السمكة على السـباحة الى مايشبه الرئة • وهذا التحور يساعد السمكة على الحصـول على كفايتها من أكسـجين الهـواء للمحافظة على حياتها خلال فترة السكون • ويوجد فى متحف الأسماك بنيويورك سمكة من هـذا النوع بدأت بياتها بعد أربع سنوات وهى مازالت حتى اليوم حية داخل غطائها الواقى •

التزاوج

كان سلوك الحيوان فى عملية التزاوج مثار تساؤل منذ أمد طويل • وقد كانت التفسـيرات القديمة تعتمد الى حد كبير على فكرة الانسان عن التزاوج كما يمارسه هو • ولكن تلك التفسيرات لم يقنع بها علماء القرن العشرين الذين يجب أن يحاولوا وضـع تفسير لسلوك الحيوان فى اطار القوى التى تتحكم فى تشكيل هـذا السلوك • لماذا تقوم بعض الحيوانات بتلك الحركات العجيبة قبل التزاوج ؟ لماذا يقتضى الأمر استثارة الأنثى بهذا الأسلوب ؟ ماهى العوامل التى توجه الذكر وتدفعه للقيام بتلك الحركات ؟

هنـاك بعض النظريات الحديثة التى تفسر سلوك الحيوان على أساس وجود قوى كامنة عنـد الحيوان تتحرر استجابة لمثيرات تصدر من حيوان آخر من نفس الفصيلة • وقد يكون هـذا المثير صوتا يصدره الحيوان وهـذا واضح فى الطيور ومثاله صيحات التحذير التى تصدر من كثير من أنواع الطيور • وقد أمكن عن طريق التجريب فى الحقل وفى المعمل استثارة الطائر للدفاع عن نفسه عن طريق اصدار صوت صناعى يشبه صيحات التحذير التى يصدرها هذا النوع من الطيور •

وقد تكون الرائحة نوعا آخر من المثيرات ؛ ففى كثير من الحشرات تجذب الأنثى الذكر برائحتها الخاصة • والمثيرات البصرية تعتبر من أهم دوافع السلوك عند كثـير من الحيوانات • ومن الأمثلة الواضحة لذلك حركات بعض الطيور مثل التزاوج (الدجاج الرومى) والألـوان التى تميز ذكـر الطيور وتغير ألوان بعض أنواع الأسـماك مما يحرك الدوافع الجنسية فى الأنثى • والواقع أننا مازلنا نحتاج الى بحوث مستفيضة حتى نستطيع تكوين فكرة واضحة عن سلوك الحيوان •

الخلاصـة : يمـكن تلخيص الحقائق التى وصلنا اليها من المناقشة السابقة فيما يلى :

- يعتمد سلوك الحيـوان على أنماط فطرية غـير مكتسبة من السلوك ولكن قد تعدل الحيوانات من تلك الأنماط لكى تتكيف مع البيئة •
- تعيش بعض الحيوانات معيشة انفرادية مستقلة عن غيرها من أفراد نفس النوع •
- تعيش بعض الحيوانات حيـاة اجتماعية تتميز بالتعاون وتوزيع العمل •
- تصل الحيـاة الاجتماعية فى الحيوان الى أرقى مستوياتها عند بعض الحشرات •
- تستخدم الحيوانات أنواعا متعددة مختلفة من المساكن •
- تختلف الحيوانات فى وسـائل حصولها على الغذاء •
- تعتمد الحيوانات والنباتات بعضها على بعض فى عدة نواح •
- تستخدم الحيوانات أساليب متعددة فى حماية نفسها •
- بعض أنواع سـلوك الحيوانات مازالت تحير العلماء •

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ ارفع الغطاء عن احدى مستعمرات النمل • استعمل عدسة مكبرة لتدرس سلوك النَمل عندما يشعر بوجود خطر يهدده • ثم حاول تفسير مشاهداتك عن طريق القراءة والبحث.

٢ ـ راقب النحلة وهى تدخل الى الزهرة لترى كيف تحصل على الرحيق وحبوب اللقاح • لاحظ كيف تنتقل من مكان الى آخر •

٣ ـ حاول العثور على عش « دبور الطين » على الأسقف أو خارج المبانى • افتح العش وافحص محتوياته •

٤ ـ لاحظ بعض الطيور وهى تبنى أعشاشها • حاول معرفة المواد التى تستخدمها وكيف تستخدمها وماهى المدة التى تستغرقها فى بنائها •

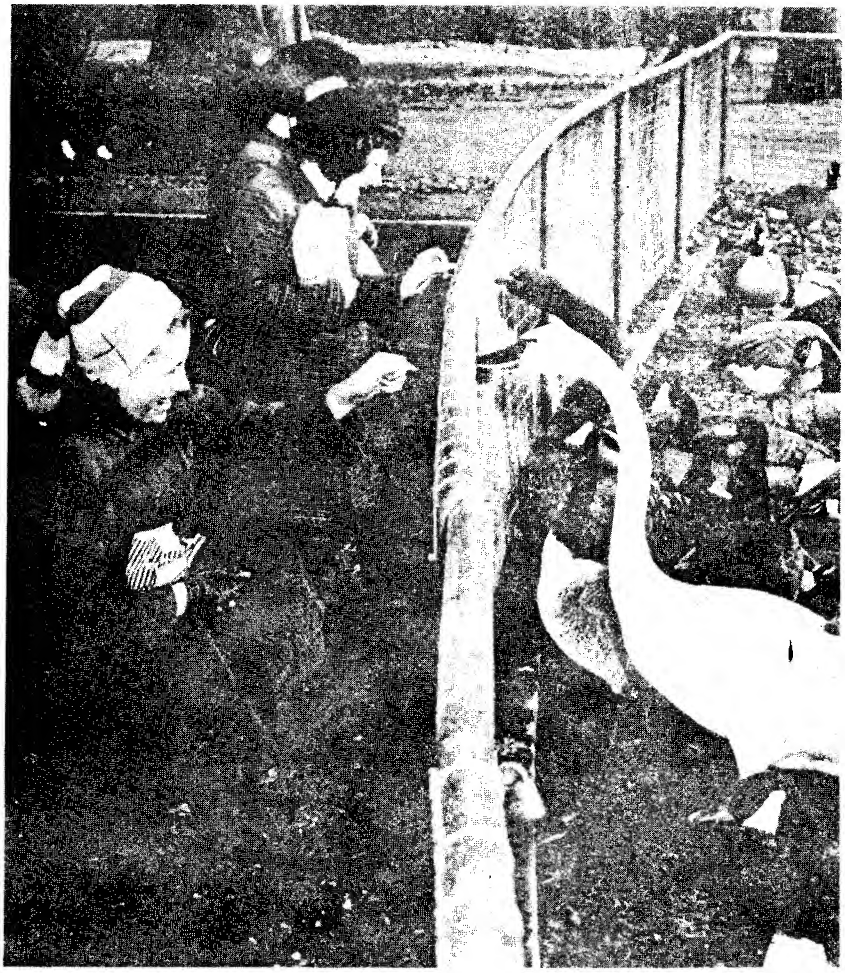
٥ ـ قم بزيارة أحد المناحل وادرس مايجرى به من أعمال • اسأل المشرفيِن على العمل به ليصفوا لك حياة النحل •

٦ ـ حاول الاهتداء الى عش « الدبور » ولاحظ مابه من الحشرات •

٧ ـ افحص الخشب الذى تجمعه « الأرحقة » اذا أمكنك الحصول على عينة منه •

٨ ـ اقرأ بعض الكتب التى تبحث فى سلوك الحيوان ثم حاول تطبيق ماقرأت على مشاهداتك عن الحيوانات التى تعيش فى بيتك •

٩ ـ ابحث عن ورقة نبات مصابة بحشرة المن واستعن بعدسة مكبرة فى دراستها • اكتب تقريرا عن مشاهدتك •



الفصل الثالث عشر - ب

تدريس "أسلوب الحيوان في معيشته"

ليس هنـــاك مايعادل مشـــاهدة الأطفال وملاحظتهم العملية لحيـاة الحيـوان ، وما تتركه ملاحظتهم هذه من خبرة وفهم واقعى . وفى هـذا الفصل سنقدم عددا من المناشط المقترحة لدراسة حياة الحيوان عن طريق الملاحظة المباشرة بما يضمن اكسابهم اتجاهات مرغوبة بالاضافة الىمايكتسبونه من المعرفة . ونحن نؤكد أن من المهم أن نساعد الأطفال على ربط معلوماتهم والخروج منها بمفاهيم تساعدهم فى المستقبل على تفسير ما يشاهدونه فى مستقبل حياتهم .

والواقع أن استجابة الأطفال لمظاهر الحياة فى عالم الحيوان تهدينا الى أنجع الوسائل لدراسة تلك الحيـاة ، تلك الاسـتجابة التى تتمثل فى ابتهاجهم وخوفهم فى أسـئلتهم وفى انفعالاتهم بوجه عام . لكل ذلك أهميته فى توجيه دراستنا للموضوع . ومعظم الأطفال تقريبا يجدون متعة فى كل مايتعلق بالحيوانات ذات الفراء . وكل الأطفـال يهتمون بتغذية الحيـوان وبنائه لمسكنه ولعبه ورعايته لصغاره ... الخ . ومن المهم أن تكون نقطة البدء هى معرفة مايرغب الأطفال فى معرفته عن حياة الحيوان ، وبعد ذلك نساعدهم على الوصول الى اجابة الأسئلة التى تراودهم .

وكل مدرس خبير بمهنته يعلم جيـدا مدى اهتمام أطفال السنوات الأولى منالمرحلة الابتدائية بالحيوانات عموما .

وفيما يلى بعض مايناسب هؤلاء الأطفال من مناشط :

١ ـ تربية أحـــد الحيوانات الأليفة ، وملاحظة طريقة دفاعه عن نفســـه وطريقـة شربه ونواحى التشابه والخلاف بينه وبين غـيره من الحيوانات ٠

٢ ـ ملاحظة النمل واذا أمكن أيضـــا مشــاهدة النحل وهو ينتقل من مكان الى آخر ٠

٣ ـ ملاحظة أحد الطيور وهو يبنى عشه لمعرفة كيفية نقله للمواد اللازمة وأين يعثر عليها وكم من الوقت يستغرق بناء العش ٠٠٠الخ ٠

٤ ـ فحص عش مهجــور لمعرفة طريقـة تجميع أجزائه ٠

٥ ـ جمع عدد من الصور تمثل أماكن معيشـــة الحيـــوانات المختلفة ومحــاولة الاجابة على أمثال الأسئلة :

هل يعيش أحد هذه الحيوانات بالقرب منك؟ مانوع البيئة التى تعيش فيها ؟

٦ ـ ملاحظة الأماكن التى تختارها الطيور لبناء أعشاشها : داخل الأشجار ـ فوق الأغصان فى جرف أو شق ـ فى جبل أو مبنى ـ على الأرض ٠٠٠ الخ ، ومحــاولة معرفة أنواع المواد المختلفة المستعملة فى بناء العش ٠

القيـام برحلة

اذا كنا نرغب فعلا فى معرفة أشكال مساكن الحيوانات فعلينا أن نذهب فى رحلة لمشاهدتها ٠ وبالرغم من أن الأحيـــاء التى بها بعض المدارس يوجد بها عدد من الحيوانات أكبر من غيرها ، فان فى المنطقة المحيطة بأى مدرسة مهما يكن موقعها بيوت كثيرة للحيوانات ٠ ويستطيع الأطفال فى حصة العلوم زيارة حديقة أو بستان أو غابة أو ماشابه ذلك للاجابة عن مثل هذه الأسئلة : كيف تبنى تلك الحيوانات مســـاكنها ؟ مم تبنى تلك المساكن ؟ ماهو الزمن الذى يمضيه الحيوان فى مسكنه كل سنة ؟

وغالبا مايميل أطفال المرحلة الابتدائية الى مشاهدة أعشاش الطيور ، ونظرا لأن معظم الطيور لا تستخدم عشها الا مرة واحدة فى السنة فان الأطفال يستطيعون جمع عدد من أعشاش الطيور فى نهاية فصل الصـــيف ٠ ومن الممكن أن يقيم الأطفال معرضا مشوقا بوضع صورة الطائر مع عشه وكتابة كلمة عن مكان العثور على العش ونوع المواد الداخلة فى تركيبه وأين توجد ٠ والواقع أن عمل مجموعة من الأعشاش يمـــكن أن يكون أساسا لمتحف محلى يقيمه الأطفال بأنفسهم ،ويجب أن نلاحظ أن القمل يصيب أعشاش الطيور الحديثة الاستعمال ، وفى هــذه الحالة يجب رشها ببعض المواد المبيدة للحشرات اذا أريد حفظها لمدة طويلة. وبدراسة أعشاش الطيور سيدهشنا تعدد أنواع المواد المســـتعملة والمهارة التى يتطلبها بناؤه ٠ ويستطيع الأطفـــال معرفة تلك المواد بفك أجزاء العش ، واذا حاولوا تركيبه ثانيـــا أدركوا الدقة والمهارة التى بنى بها ٠

وقد يكون من الضرورى عمل سجل عن كل رحلة يقوم بها الأطفال ، ويتوقف نوع هذا السجل على الهدف من الرحـــلة ، وعادة يكفى أن يسجل التاريخ ومكان الزيارة والطريق المؤدى اليه وأهم المشاهدات والملاحظات والنتائج ٠ واذا كان الهدف هـــو معرفة تغير حيـــاة الحيوان أو النبات بتغير الموسم ، كانت المعلومات السابقة أساسية لمعرفة هذا التغير ، ويقتضى الأمر بطبيعة الحال القيـــام بعدد من الرحلات خلال العام الدراسى الواحد مع عمل تسجيلات وافية لها حتى يمكن الوصول الى الاستنتاجات المطلوبة ٠ فاذا احتفظ الأطفـــال بسجلاتهم خـــلال الســـنة أمكنهم معرفة التغيرات التى تطرأ على أنواع معينة من الأشجار والحوليات وغـيرها من النباتات والتغيرات التى تطرأ عـلى الحشرات والطيور وغيرها من الحيـــوانات ٠ ومما



مجموعة من الأطفال يفحصون الجمل فى حديقة الحيوان . فيدرسون طريقة تغذيته ويسألون حارسه بعض الأسئلة .

يزيد تلك السجلات وضوحا عمل بعض رسومات مثل رسم فرع شجرة فى سبتمبر وفى نوفمبر وفى مارس وفى مايو (وهذا يتوقف بطبيعة الحال على البيئة) . وقد يختارون نوعا مختلفا كل مرة مع رسم الأوراق والبراعم ... الخ لتوضيح التغيرات .

فحص عش الدبور

يمكن العثور على عش الزنبور (دبور الطين) تحت حافات أسقف المساكن وكرانيشها وتحت الجسور « الكبارى » أو على أسطح المبانى ، أو فى أماكن مشابهة . والواقع أن فحص هذا العش يتيح للأطفال فرصة التعلم عن طريق ملاحظة المصدر الرئيسى الأصلى للشىء المراد تعلمه ، قبل القراءة عنه فى الكتب ، ويجب أولا أن تعرض عليهم صورة للعش حتى يسهل عليهم البحث عنه ومعرفته فى الخارج ، وغالبا مايتمكن أطفال المناطق الريفية على وجه خاص من احضار عدد من هذه الأعشاش لكى يفحصه بقية الأطفال فى الفصل ، وحبذا لو تم ذلك فى مجموعات وخاصة أنه قد يصعب تخصيص نموذج لكل طفل . ويمكن للأطفال أن يقوموا بفتح العش على قطعة من الورق الأبيض حتى لا يفقد شيئا من محتوياته. ولا شك أن استعمال العدسات المكبرة يفيد فى فحص الأجزاء الصغيرة من محتويات العش . وقد تساعد الأسئلة الآتية فى توجيه نشاط الأطفال بمناقشاتهم .

هل يمكننا شرح تركيب العش بعد قيامنا بفحصه ؟ ماذا وجدت داخل العش ؟ كيف دخلت هذه المحتويات الى العش ؟ ماالذى تظنه سيحدث لهذه المحتويات ؟ قد يتمكن الأطفال من معرفة كثير من محتويات العش (عناكب ، أطوار مختلفة للزنبور) . وبعد أن يقوم الأطفال بالمشاهدة والدراسة والملاحظة يمكن أن تقدم كل مجموعة من الأطفال تقريرا عن مشاهداتهم للمناقشة فى الفصل ، مع ملاحظة أن جميع استنتاجاتهم يجب أن تظل مؤقتة حتى يستوثق من صحتها بالقراءة

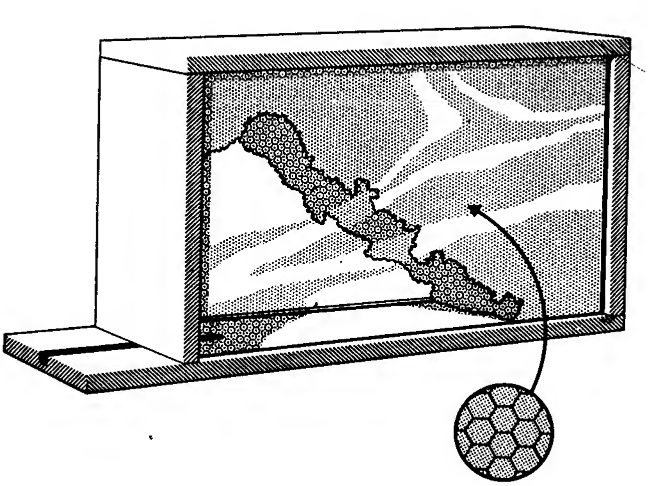
والبحث . ومن المهم أن يدرك الأطفال أن هذه الحشرة لا تقوم برسم خطة لبرنامج تغذية اليرقات الصغيرة . فليس هناك تخطيط سابق ولا تفكير في المستقبل . فالزنبور قد ولد وهو قادر على كل هذا بحكم الغريزة التي ولدت معه . ولابد من التأكيد على هذه النقطة في دراسة سلوك الحيوانات الأخرى خاصة وأن بعض الكتب التي يستخدمها الأطفال تكون أحيانا مضللة . والخطوات المذكورة هنا تصلح لدراسة أي نوع من الحيوانات مما قد يصادفه الأطفال في البيئة . ومن المهم أن تؤكد مزايا كل عادة من عادات الحيوان والأعمال التي يقوم بها ، علما بأن الحيوان لا يتعمد هذه المناشط ولا يخطط لها .

تربية النحل في الفصل

من أكثر المناشط المدرسية تشويقا تربية النحل في الفصل ومشاهدة طرائف حياته وسلوكه . وليس تحقيق هذا النشاط بالأمر الصعب ، ولا شك أن تحمس الأطفال وشغفهم والمتعة التي يجدونها في تربية النحل تعتبر في حد ذاتها خير جزاء على مايبذل من جهد في العناية بالخلية . ويوضح الرسم التالي شكل خلية صغيرة واجهتها مصنوعة من الزجاج حتى تسهل رؤية النحل ومايجرى بالخلية من خلاله . ويلاحظ وجود فتحة جانبية على امتداد القاعدة ليتمكن النحل من الدخول والخروج عن طريقها ويجب ملاحظة عدم مواجهة المدخل لفناء المدرسة ، وخاصة اذا كانت الخلية في الطابق الأول ، وذلك حتى لا يؤذى النحل الأطفال وهم يلعبون .

والخلية الصغيرة يجب أن تتناسب أبعادها مع أبعاد الاطار الموحد (المقنن) المستعمل في الخلايا العادية ، ويمكن الحصول عليه من المحلات الخاصة ببيع أدوات النحل أو من أحد المناحل ، ويحسن أن نحضر الاطار أولا حتى نعرف كيف نقوم بتركيبه في الخلية . هذا ويجب أن نتأكد قبل تثبيت البرواز من احتوائه على شمع العسل، والعسل وعدد من النحل في دور التكوين أي من الأطوار المختلفة ، وعدد من الشغالة الكاملة النمو ، وأن يكون للخلية ملكة . ولا شك أن أي شخص يقتني منحلا سيكون على استعداد تام لمساعدة المدرسة كي تحصل على خلية صغيرة يستخدمها الأطفال في دراسة النحل . وتستطيع المدرسة أن تستعين بخبرته في تربية النحل ، وقد يكون في زيارة الأطفال لمنحله فائدة كبيرة . وصنع خليه مصغرة للمدرسة عملية سهلة يمكن الاستعانة فيها بنجار أو ولي أمر أحد الأطفال ممن لهم خبرة، أو أحد أطفال الصفوف العليا بالمدرسة ، أو مدرس الأشغال ، أو مدرس التربية الفنية . واذا تعذرت صناعته بالمدرسة فيمكن شراؤه جاهزا من السوق بمحتوياته من النحل والشمع والعسل أو بدونها.

وباستعمال هذه الخلية يستطيع الأطفال من خلال جدارها الزجاجي الشفاف رؤية جميع الأعمال التي يقوم بها النحل في الخلية العادية . وقد يحتاج الأمر الى استعمال عدسة مكبرة . وقد أمكن للأطفال في عدد من مدارس الولايات المتحدة



هذه الخلية التي تستخدم لمراقبة النحل سهلة جدا في تركيبها بحيث يستطيع التلاميذ صنعها في المدرسة أو المنزل . ويوضح الجزء المكبر قطعة من قرص الشمع الذي يصنعه النحل والذي لابد أن يوضع في الخلية . يمكن للجزء الزائد من القاعدة أن يثبت تحت شباك حجرة الدراسة .

أن يكتبوا قصـــة النحل الشائقة ، من دراستهم للنحل على مثل هذه الخلية ؛ ففى احدى المدارس أقام الأطفال دراستهم للغـــة على مشاهداتهم فى الخلية لعدة أيام • وقام أطفال مدرســـة أخرى بعمل تقويم لكل مايجرى بالخلية منـذ انشائها ، كما قام عدد من تلاميذ الفصول والمدارس الأخرى بزيارة هؤلاء الأطفال لمشاهدة منحلهم الصغير • وكان الآباء يشتركون بحماسة مع الأطفال • هذا ويمكن اعادة الخلية بمحتوياتها فى نهاية العـــام الدراسى الى المنحل اذا تعذر توفير الرعاية الكافية (بالمدرسة) أثناء عطلة الصيف •

ومن المهم أن يدرك الأطفال أن النحل لا يضع أى مخطط لتوزيع العمل بالخليـــة ، ولا لتخزين كميات العسل اللازمة لتغذية أفراد الخلية وصغار النحل خـــلال شهور الشتاء • ويجب ألا نتأثر بأسلوبنا فى الحياة فى محاولة تفسير ســـلوك النحل داخل الخلية •

ومع أن التركيز فى دراسة النحل يجب أن يكون على حياته الاجتماعية فيجب ألا تهمل تأكيد ظاهرة اعتماد الحيوانات وغيرها من الكائنات الحية بعضها على بعض كلما ظهرت مناسبة متصلة بهذا الموضوع • هنـــاك بعض المناهج التى تفرد بابا خاصا بتبادل المنفعة بين الكائنات الحية واعتماد بعضها على بعضها الآخر • ولكن هذا لا يمنع من مناقشة هذا الموضوع عند كل مناسبة ممكنة •

ولقـد أكدنا أهميـــة تدريب الأطفال على دراسة كل ماحولهم من أشـياء وتنمية اتجاهات حب الاستطلاع والبحث فى نفوســهم • والواقع أن قيام الأطفال بالملاحظة خلال المناشط المقترحة الســـابقة يزيد اهتمامهم بالكائنات الحية التى تعيش فى بيئتهم • ولا شك أن المدرس يستطيع أن يلمس مدى نجاحه فى تحقيق هذا الهدف اذا لاحظ اهتمام أطفاله فعلا بملاحظة النحل مثلا وهو يتجه الى احدى الأزهار ويمتص رحيقها ، ثم ينتقل الى زهرة غـيرها فى الحديقـة أو الحقل ، ثم يتجه بحمولته من رحيق وحبوب لقاح الى خليته • ولكن لسوء الحظ أننا لا نكون مع الأطفال خارج المدرسة، ولهذا فانه من الصعب أن نتمكن من تقويم نتائج جهودنا معهم •

وفى دراستك للنحل مع الأطفال يجب أن تتذكر أن الهدف ليس هـو مجرد دراسة حيـاة النحلة ، بل الوصول الى بعض التعميمات الهامة عن الحيـــاة الجماعية للحيوان ومقارنتها بالحيـاة الانفرادية •

دراسة النمـــل

يستطيع الأطفال دراسة الحياة فى مستعمرة النمل باعداد اناء زجاجى (برطمان) بغطاء محكم يوضع فيه النمل مع قطعة من الخشب فى وسطه • ويمكن الحصول على النمل اللازم بالبحث عن عش فى الحديقة فيرفع عنه الغطاء باحتراس وينقل جزء من النمل الى الاناء الزجاجى مـع مراعاة احتواء العينة على كمية كبيرة من النمل بينها ملكة وبعض البيض وجزء من التربة • ويحتاج الأمر الى احاطة الاناء الزجاجى بورق أسود لتوفير الظلام الذى يعيش فيه النمل داخل الاناء • ويمكن رفع الغطاء الورق كلما أراد الأطفال مشاهدة النمل ، ويمكن اطعام النمل بعضا من الخبز والسكر وغير ذلك من المواد الغذائية وفى هذا نفسه فرصة للأطفال كى يتعرفوا مايحبه النمل من المواد الغذائية المختلفة. ويمـــكن تزويد النمل ببعض الماء فى اناء صغير يوضـــع فوق التربة ولا داعى لتزويده بكميات كبيرة من الطعام • ولا شك أن فى محاولة الأطفال الاجابة على السؤال التالى : « ماذا الذى شاهدناه من أعمال النمل ؟ » فرصة للتعبير والكتـــابة والتصوير •

دراسة هجرة الطيور

يمكن فى كثير من الأماكن رؤية جماعات من الطيور وهى تتجمع قبل أن تبدأ الهجرة ، كالبط

والاوز العراقى مثلا • ويمكن تشجيع الأطفال على ملاحظتها وتكليف مجموعة من الأطفال بالبحث فى موضوع هجرة الطيور وكتابة تقرير يكون أساسا للمناقشة فى الفصل فى الموضوع التالى : أين وكيف تهاجر الطيور وكيف تزيد معلومات العلماء عن هجرة الطيور (يمكن الاستعانة هنا بعدد من الكتب التى تناولت موضوع هجرة الطيور) •

وهنا فرصة أخرى تمكن الأطفال من استغلال مهاراتهم فى اللغة وفى البحث عن الكتب والمجلات التى تناولت هذا الموضوع فى المكتبة والتدريب على استعمال «كتالوج» المكتبة والفهارس وغيرها. ويستطيع الأطفال – بالاضافة الى مكتبة المدرسة – الاستعانة بمصادر أخرى مثل المكتبات العامة وبعض الأشخاص المعنيين بالموضوع وغير ذلك • ويلزم الأمر تنظيم المعلومات المتجمعة فى ترتيب منطقى لكى يعرض على بقية الأطفال ، وفى ذلك تدريب للأطفال على كتابة التقارير التى يمكن أن تقدم شفويا أو فى شكل صور أو أية وسيلة مناسبة أخرى ، وهى على كل فرصة مناسبة للتدريب على استعمال اللغة •

واذا فرض وظهر تناقض فى المعلومات التى يجمعها الأطفال فهى تتيح الفرصة للتدريب على استعمال الأسلوب العلمى وتكوين اتجاهات علمية • وقد يقودنا هذا الى محاولة التأكد مما اذا كانت هذه المعلومات صحيحة,وما اذا كان الأطفال يستعملون نفس ألفاظ المؤلف أو يتصرفون بلغتهم الخاصة • وكثيرا مايكتشف الأطفال أنهم أخطأوا فى نقل بعض المعلومات • وفى هذا كله فرصة لتدريب الأطفال على الدقة فى الملاحظة •

وقد يجد الأطفال بعض الخرائط التى توضح هجرة الطيور والطرق التى تتبعها • ولا شك أن الأطفال سيكون لديهم الرغبة فى معرفة الأماكن التى تمضى فيها طيور بيئتهم فصل الشتاء والمدة التى تستغرقها فى الوصول الى تلك المناطق وهل يقتضى الأمر مرورها فوق جبال عالية أو عبر البحار • وفى هذا نفسه تدريب للأطفال على استعمال وقراءة الخرائط واستخدام المعلومات التى درسوها فى الجغرافيا والمواد الاجتماعية. وفى هذا كله أمثلة وضحة لمناسبات يمكن استغلالها فى ربط المواد الدراسية بعضها ببعض •

وقد يتصادف وجود أحد الأشخاص الذين يقومون بدراسة هجرة الطيور فى البيئة ومنه يمكن الحصول على معلومات قيمة • وربما أمكن للفصل زيارته لمعرفة كيف يتم صيد الطيور حية وكيف توضع الحلقة المعدنية فى أرجلها قبل اطلاقها وكيف يقوم الباحث بالتسجيل وجمع المعلومات • وربما يستطيع مدرس الأحياء العثور على اسم أحد هؤلاء الباحثين من بين الآلاف الذين يقومون بهذه الدراسات ويدل الفصل عليه للاتصال به • وربما دعى مدرس الأحياء نفسه للتحدث الى الأطفال عن موضوع الهجرة • وهنا تتضح فائدة اتصال مدرسى المدرسة الابتدائية بمدرسى المدرسة الثانوية المجاورة •

ولكى يعرف الأطفال كيف يتلاءم جسم الطائر مع عملية الطيران توجه أنظار الأطفال الى شكل جسم الطائر وتصفيف الريش وطول الجناح ... الخ • ويمكن الأطفال فحص عظام بعض الطيور الميتة أو عظام دجاجة بعد أكلها لملاحظة خفتها وقوتها • وقد يجد المدرس لدى أحد مدرسى الأحياء بالمدرسة الثانوية هيكل عظمى لطائر يمكن استعارته لعرضه على الأطفال ومعرفة تركيبه وشكل الهيكل العام للجسم وخفة وزن العظام •

مصادر لبحثها

١ ـ حديقة الحيوان لمعرفة وسائل العناية بالحيوانات وتغذيتها ورعاية المصاب منها وغير ذلك ... الخ ٠

٢ ـ المنحل القريب لجمع معلومات عن عادات النحل وتربيته ٠

٣ ـ أماكن تكاثر النمل الأبيض وغيره من الحشرات لمعرفة طرائق معيشتها ومساكنها٠

٤ ـ الحدائق والحقول والغابات القريبة لمشاهدة بناء مساكن الطيور والسنجاب والحشرات وغير ذلك من حيوانات ٠

٥ ـ مشاهدة الحيوانات البرية المحلية : الصقر، والبوم والسنجاب ... الخ ٠ لمشاهدة وسائل التكيف للحصول على الطعام والعادات العامة ٠



الفصل الرابع عشر - أ

جسم الإنسان وكيف يؤدى وظائفه

« ينظر الانسان ويعجب بروعة البحر الذى لا يستقر لحظة ، وللماء المتدفق ، ولمنظر السماء الصافية ، ولكنه ينسى أن أكثر الأشياء اعجازا هو الانسان نفسه بتكوينه الرائع ! »

منذ كتب سانت أوجستين هذه الكلمات فى القرن الرابع بعد الميلاد ازدادت معرفة الانسان بنفسه زيادة هائلة ، وقد زاد كذلك تعجبه ! وقد قاده التعجب الى انعام النظر فى تكوينه ، والى فحص دقائق تركيب الجسم ، ومحاولة تفسير كل مايحيط بوظائفه من أسرار ومعجزات •

كيف ندرس جسم الإنسان

كان اهتمام الانسان قديما موجها نحو التركيب العام لأجهزة الجسم وأعضائه والهيكل العظمى ، وقد تركز الاهتمام على دراسة الوظائف الحيوية للجسم الحى ؛ فهو يقوم بعمل رسم بيانى لما يطرأ على ضربات القلب من تغيرات باستعمال طريقة التسجيل الكهربى كما ندرس الحركة الدورية التموجية فى القناة الهضمية بواسطة الفلوروسكوب ، وندرس انتشار العناصر المختلفة فى جسم الانسان عن طريق حقن الجسم بالمواد المشعة وتتبع سيرها فى الدم بواسطة عداد جيجر.

ونضع بعض أنسجة الجسم تحت

الميكرسكوب الذى يرينا صورة مكبرة لها تتضح فيها ملايين الوحدات التى يتركب منها الجسم ــ أى الخلايا • وبواسطته يفحص البروتوبلازم ، وهو المادة الحية المكونة للخلية لنصل الى معرفة تركيبه وتفهم وظائفه • والواقع أننا نستعين بالتطبيقات العلمية التى يلجأ اليها علماء الأحياء والكيمياء والطبيعة لنزيح الستار عن أسرار الحياة الكامنة فى البروتوبلازم •

بهذه الأدوات والوسائل التطبيقية أمكننا تحقيق تقدم عظيم فى كثير من ميادين البحث التى أسهمت فى تحسين صحة الانسان ، ففى المائة السنة الأخيرة اكتشف الانسان الكائنات الميكروسكوبية المسئولة عن كثير من الأمراض التى تصيب الانسان ــ سواء منها ماكان نوعا من البكتريا أو البروتوزوا أو الفيروس ، وأمكننا أن نقضى على هذه الأمراض باستعمال الأمصال واللقاح والعقاقير والمضادات الحيوية ، واكتشفنا أيضا الدور الذى تلعبه الهرمونات وهى المواد الكيموية التى تجرى فى الدم فى تنظيم نمو الجسم وتأديته لوظائفه ، ثم اكتشفنا الفيتامينات ــ وهى احدى المكونات الأساسية فى طعامنا •

وقام الانسان بدراسة الوراثة والبيئة وتأثير كل منهما فى عملية النمو • ونحن نرى كيف أن الفرد يحمل صفات انتقلت اليه عن طريق الوراثة من والديه ومن أجداده ، وقد تمتد جذورها الى أسلاف أبعد من ذلك بكثير • ويحاول الانسان دراسة فعل مؤثرات البيئة المحيطة مثل الجو والطعام والمسكن بل والقوى الاجتماعية العاملة فى المجتمع الانسانى ، وأخيرا نحن نجد فى الانسان استمرارا لقصة الحياة التى بدأت منذ ٠٠٠ر٠٠٠ر٢٠٠٠ سنة مضت •

الخلايا

يتركب جسم الانسان ــ كغيره من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية من وحدات بنائية دقيقة تعرف بالخلايا ، والخلية ــ كما رأينا فى (الفصل ١١ أ) عبارة عن كتلة دقيقة من البروتوبلازم الحى ، ويتركب الجسم من خلايا تختلف فى الشكل والحجم ، وقد تهيأت كل خلية لتقوم بوظيفة معينة فى الجسم ، فهى اما أن تقوم بتغطية وحماية الجسم ، واما أن تستقبل وتنقل التيارات العصبية،واما أن تؤدى وظائف الانقباض والانبساط ، واما أن تقوم بتجهيز بعض المواد الكيموية ، واما بتخزين الغذاء ، ونحو ذلك من عشرات الوظائف الأخرى • وخلية الجسم ليست مستقلة تماما فى تأدية وظائفها مثل الاميبا (وهو حيوان وحيد الخلية) فهى تتأثر بالخلايا الأخرى وبسلوك التركيب الخلوى التى هى جزء منه اى بجسم الانسان كله •

تركيب الجسم

دعنا نلق نظرة على الجسم لمعرفة مما يتركب، وكيف يؤدى وظائفه : يتكون الجسم من عدد من الأجزاء الكبيرة الظاهرة مثل الأطراف ، والأعين ، والآذان ، كما يحتوى على أعضاء داخلية مثل المعدة والكبد • ولكل جزء من هذه الأجزاء التى تعرف بالأعضاء وظائف خاصة يقوم بها ، فالأرجل تقوم بنقلنا من مكان الى آخر ، والأعين تستجيب للضوء فتساعدنا على الرؤية ، والأذرع والأيدى تقوم بكل الأعمال بما فيها القبض على الأشياء ودفعها وادارتها ، والقلب يدفع الدم فى جميع أجزاء الجسم ، والمعدة تؤدى وظيفة معينة فى هضم الغذاء ، فلكل جهاز اذن وظيفة معينة ضرورية للجسم •

فلنحاول الآن فحص تركيب أحد الأعضاء ، ولنفرض أننا اخترنا ساعد الذراع • فسنجد أن الذراع مغطاة بطبقة من الجلد ، واذا تحسسنا التركيب الداخلى أمكننا أن نميز الهيكل العظمى الذى يدعمها ، واذا حركت الأصابع وأنت تقبض على الساعد بيدك الأخرى ، فانك تحس بحركة العضلات التى تحرك الأصابع ، وعندما يحدث

جرح فى الجلد مهما يكن صغيرا فان الدم يسيل ، وعندما يصطدم كوعك فى جسم صلب فانك تشعر برعشة تسرى فى ذراعك كما لو كنت لمست تيارا كهربيا . وكل ماحدث هنا هو أنك أثرت العصب القريب من سطح الجلد عند هذه النقطة . والواقع أن جميع أجزاء الذراع من جلد وعظام وعضلات وأعصاب وأوعية دموية ترتبط بعضها ببعض بوصلات ضامة .

وتتركب الأعضاء من أنواع مختلفة من الأنسجة . وعلى هذا فالذراع تحتوى على نسيج دموى ، ونسيج عضلى ، ونسيج عصبى ، ونسيج ضام . وبديهى لابد من وجود تعاون وتناسق تام بين هذه الأنسجة حتى يتمكن الذراع من تأدية وظيفته على أكمل وجه . وبمعنى آخر فان العضو عبارة عن مجموعة من الأنسجة تعمل متعاونة لتؤدى وظيفة معينة فى الجسم . فلنحاول الآن اذن دراسة تركيب الأنسجة بتفصيل أكبر .

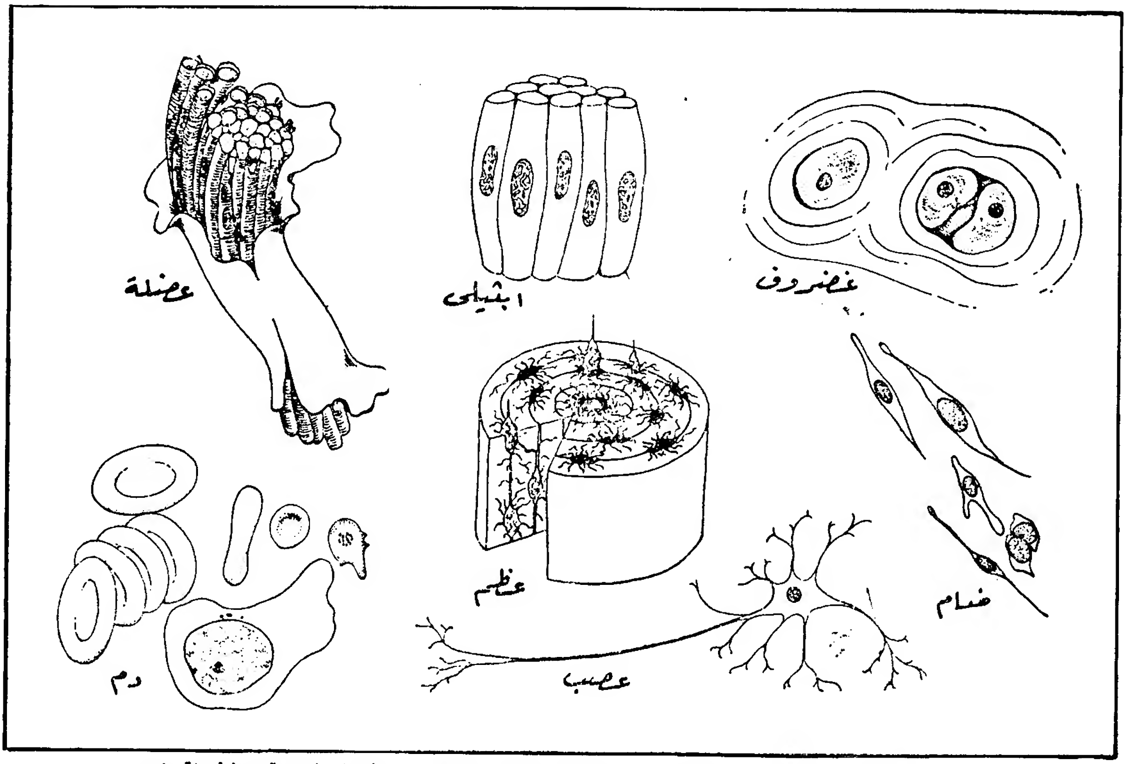
النسيج العضلى : هل تعرف أن قطعة البفتيك الشهية التى يسيل لها لعابك هى عبارة عن شريحة من احدى عضلات العجل التى تشبه عضلاتنا تماما . واذا فحصنا قطاعا رقيقا من هذه العضلة تحت الميكرسكوب ، فاننا نجدها مكونة من أليــاف طويلة متعددة هى خلايا العضلة . وتتكون كل خلية من مئات الخيوط الرقيقة التى لها القدرة على الانقباض بسرعة . وبسبب قدرة ملايين الخلايا التى تتركب منها العضلة على الانكماش فى وقت واحد تستطيع العضلة أن تقوم بوظيفتها أى تقصر فى الطول وبالتالى تقوى على الجذب . والواقع أن جميع العضلات الارادية ــ أى العضلات التى لنا القدرة على التحكم فيها مثل عضلات الذراع ــ تتركب من هذا النوع من الخلايا.

والقلب هو الآخر عبارة عن عضلة مجوفة ، بالرغم من أنها تختلف بعض الشىء عن عضلات الذراع . وتوجد الأنسجة العضلية أيضا فى أجزاء القناة الهضمية كالمعدة والأمعاء الدقيقة كما توجد فى الشرايين والأوردة .

البشرة (الأبيثيليم) : يوجد نوع من الأنسجة الوقائية فى الطبقات الخارجية للجلد وتعرف بالأبيثيليم أو البشرة . وهنا نجد الخلايا وقد صفت باحكام كقوالب الطوب ، وبذا تعمل كجدار واق يحفظ السوائل والأنسجة الداخلية ويمنع تسرب الأجسام الغريبة من الخارج الى الداخل . وبالرغم من أن سمك هذه الطبقة لا يتعدى سمك الورق ، الا أنها تؤدى وظيفتها فى وقاية الجلد تماما . ونستطيع أن ندرك قيمتها اذا مامست اصبعنا المجروحة بعضا من الملح أو عصير الليمون (فالجرح معناه قطع فى تلك الطبقة وبالتالى وصول تأثير الملح أو الليمون الى الأنسجة الداخلية ومنها أطراف الأعصاب فنشعر بالألم) . والطبقة الخارجية من البشرة طبقة ميتة وتتجدد باستمرار . وما القشر الذى نراه أحيانا على شعر الرأس الا جزء من طبقة البشرة الميتة انفصلت عن جلد الرأس ، وهو شىء عادى الا اذا كان يحدث بكثرة غير طبيعية ، وكلما فقد الجلد جزءا من هذه الطبقة الميتة تتكون طبقة غيرها من تحتها .

وكل عضو من أعضاء الجسم له غلاف البشرة الواقى الخاص به . فحول القلب مثلا غشاء البشرة الذى يسمى التامور . وبالاضافة الى وظيفتها فى وقاية أعضاء الجسم فان البشرة تقوم بوظيفة معمل كيموى بالجسم ؛ ففى كثير من الغدد خلايا من هذا النوع تقوم بتركيب وافراز عصارة هذه الغدد مثل الانزيمات والهرمونات .

العظام والغضاريف : الأنسجة الدعامية فى الجسم هى العظام والغضاريف . ويحدث تصلب نسيج العظام نتيجة ترسيب مواد معدنية كالكالسيوم والفوسفات فى المسافات بين خلايا العظام . فعظام الطفل المولود كما نعلم تكون لينة بسبب نقص المواد المعدنية . ويقتصر التدعيم فيها على النسيج الغضروفى . وفيما بعد يتحول الغضروف الأصلى الى نسيج عظمى ولو أنه يبقى بشكل غضروفى بصورة مستديمة فى بعض أجزاء الجسم ؛ قصيوان الأذن مثلا وطرف الأنف عبارة عن غضروف.وهو ضرورى فى الأماكن التى تتطلب



تهيأ كل خلية فى نسيج معين لوظيفتها بدرجة فريدة • فالخلايا الرقيقة والطويلة فى النسيج العضلى تستطيع الانقباض بسرعة ، والخلايا الايثيلية المتراصة كالطوب تعمل كحائط وقائى ، والخلايا السابحة بحرية فى نسيج الدم والخلايا الطويلة المعقدة فى النسيج العصبى بأجزائها المتخصصة فى الاستقبال والارسال وكذلك الخلايا المفرطحة فى النسيج الضام كل هذه تقوم بوظائفها بكفاءة •

وظيفتها القوة مع المرونة ويوجد الغضرف (آو مانسميه بالقرقوشة) فى القصبة الهوائية حيث تعمل الحلقات الغضروفية على حفظ القصبة الهوائية مفتوحة • ويعتبر اللبن مصدرا مثاليا للمواد المعدنية التى تبنى العظام فهو غنى بالكالسيوم والفوسفات • وهذا هو السبب فى كون اللبن هو الغذاء الرئيسى للأطفال حين تكون العظام فى مرحلة التكوين • وفى الطفولة تكون عملية بناء العظام مصحوبة بعملية هدم لتجديدها بحيث تكون عمليتا البناء والهدم عمليتين مستمرتين •

الدم : يتميز نسيج الدم بأن خلاياه تنطلق سابحة فى سائل • وهذا هو الطريق الوحيد الذى يمكن المواد من الوصول الى أدق أجزاء الجسم • وهذا السائل عبارة عن جزء من مكونات الدم ويعرف بالبلازما ـ وأساس هذا السائل الماء المذاب فيه الكثير من المواد الهامة كما سنرى عند دراستنا للدورة الدموية • وتتألف خلايا الدم من ثلاثة أنواع هى : الكرات الحمراء ، والكرات البيضاء ، والصفائح الدموية • ووظيفة الكرات الحمراء هى توصيل الأوكسجين لأجزاء الجسم • أما الوظيفة الرئيسية للكرات البيضاء فهى مقاومة الكائنات الدقيقة الضارة التى تهاجم الجسم مثل بكتريا الأمراض • أما الصفائح فهى تساعد على تجلط الدم •

النسيج العصبى : يحتوى النسيج العصبى على أطول خلايا فى الجسم ، وقد يصل طول بعضها الى ثلاث أقدام مثل الخلايا العصبية التى توصل

الاشارات الحسية من جلد القدم الى العمود الفقرى. وتختلف الخلايا العصبية عموما فى الشكل والحجم. ولكنها تشترك جميعا فى أن وظيفتها هى نقل التيارات العصبية • هناك مثلا الخلايا العصبية التى تنقل التيارات العصبية الى العضلات وتتركب من جزء كالهوائى يتلقى الاشارات وجزء ينظم عمل الخلية وتغذيتها وزائدة محورية طويلة تنتهى بعده فروع شجيرية تقوم بالتوصيل • (انظر الشكل) •

وتقوم بعض الخلايا العصبية بتوصيل المنبهات الحسية لتى يستقبلها أعضاء الحس من الخارج الى المخ • والبعض الآخر يقوم بتوصيل التيارات العصبية من المخ الى العضلات والغدد • والجهاز العصبى المركزى فى الجسم هو المخ والنخاع الشوكى • ويتركب المخ من عدد هائل من الخلايا العصبية قدر عددها بحوالى ٣٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ خلية (ثلاثين مليون مليون خلية) .

النسيج الضام : هو النسيج الذى يقوم بربط أنسجة الجسم الأخرى بعضها ببعض ويوجد هذا النسيج فى كل جزء من أجزاء الجسم • فالخيوط البيضاء التى نراها فى قطعة اللحم هى نسيج ضام ، وكذلك أوتار العضلات والأربطة ، فالأوتار تربط العضلات بالعظام ، فعندما تنقبض العضلة تجذب الوتر الذى يجذب بدوره العظمة ، واذا وضعت أصابع يدك اليسرى فى السطح الداخلى للمرفق الأيمن (الكوع) ثم ثنيت الزند فانك تشعر بالأوتار وهى تتحرك عند المفصل • وكذلك الحبال التى تشاهدها على ظهر اليد عندما تشد أصابعك ، هى نوع من الأوتار ، وهى تربط عظام الأصابع بعضلات اليد التى تحركها • ومن أهم الأوتار المعروفة فى الجسم وتر العرقوب ، ويمكنك أن تشعر به فى ظهر الرسغ ، وتقوم عضلة « السمانة » (سمانة الرجل) برفع الكعب عن طريق جذب وتر العرقوب •

أما الأربطة فهى عادة مفلطحة وعريضة كالشريط نسيجها قوى وتربط العظام بعضها ببعض ، وخاصة عند المفاصل ، ولهذا اذا تمزق أحد هذه الأربطة ، فغالبا مايصاب المفصل بخلل بسبب انتقال احدى العظام من مكانها الطبيعى •

الأنسجة والأعضاء والأجهزة : عرفت مما سبق أن جميع الأنسجة تتركب من خلايا ، وعلى هذا يمكننا أن نعرف النسيج بأنه مجموعة من الخلايا المتشابهة التى تعمل معا لتأدية وظيفة معينة • وكذلك تتعاون الأنسجة المختلفة معا لتؤدى عملا أعم ، فالذراع مثلا تتركب من أنسجة عضلية وعصبية وعظمية ودموية وغيرها تعمل جميعا معا لكى تقوم الذراع بوظائفها ، وينطبق نفس الشىء على أعضاء الجسم كافة كالقلب والكلية والمعدة والكبد •

ولكى يؤدى الجسم وظائفه على أكمل وجه فان العمل فيه قد وزع على أجهزته المختلفة تماما كما يوزع العمل على الأجهزة الحكومية أو أقسام أحد المصانع الكبيرة • ولهذا فان لكل جهاز من الأجهزة التى يتركب منها الجسم وظيفة يؤديها • فالأعضاء التى تشترك فى عملية الهضم تتبع الجهاز الهضمى ، والجهاز الدورى يقوم بوظيفة نقل المواد خلال أنسجة الجسم ، والجهاز التنفسى يتركب من مجموعة الأعضاء التى تقوم بتزويد الجسم بالأوكسجين وتخليصه من ثانى أكسيد الكربون وبعض المواد الزائدة عن حاجة الجسم ، والجهاز البولى هو الجهاز المسئول عن صحة الجسم فهو الذى يخلصه من الفضلات ، والجهاز العصبى وظيفته الأساسية التحكم فى وظائف الجسم كافة.

التغذية

ان الطعام الذى تأكله اليوم يصبح جزءا من جسمك فيما بعد ، وللجسم القدرة التامة على انتقاء حاجته من المواد الكيموية من الفول واللحم واللبن والخس الذى تأكله ثم تحويلها الى لحم وعظام • وحتى عندما تبلغ سن الرشد وتنتهى عملية النمو يظل الطعام ضروريا لتعويض كل مايتلف من أنسجة الجسم •



هذه المجموعات السبع الأساسية تعطى دليلا عمليا لغذاء متزن .

والطعام لازم كذلك لتزويد خلايا الجسم بالوقود لكى يحترق فيها فيولد الطاقة اللازمة لقيام الجسم بألوان نشاطه ٠

المواد الأساسية فى الطعام : ان زيارة واحدة للسوق تعطينا فكرة عن ذلك العدد الهائل من الاطعمة التى أنعم الله بها على الانسان ٠ ومع تعدد أصناف الطعام فان المواد الرئيسية فيه محدودة العدد ٠ تلك هى الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأملاح المعدنية والفيتامينات والماء . والكربوهيدرات المعروفة هى : السكر والنشا ٠ وهما مادتان متشابهتان كيمويا ويتحولان بعد عملية الهضم الى سكر جلوكوز ٠ وتعتبر الكربوهيدرات المصدر الرئيسى للوقود فى الجسم. وكذلك فى الدهون والزيوت ، وهى نوع آخر من المواد التى تزود الجسم بالوقود اللازم له ٠ ومن حيث القيمة الحرارية فان الوزن المعين من الدهن يعطى من الحرارة ضعف مايعطيه نفس الوزن من الكربوهيدرات عند احتراقه فى الجسم ، ولهذا السبب فان سكان المناطق الباردة كالمنطقة القطبية يعتمدون أساسا على الدهون فى تزويد الجسم بحرارته اللازمة له ٠ والاسكيمو مثلا يتبادلون كميات ضخمة من دهن الحوت ٠

أما الماء والأملاح المعدنية والبروتينات فهى من المواد الأساسية اللازمة لبناء الجسم ٠ ونحن نحصل على الماء بشربه مباشرة أو فى الأطعمة المختلفة التى تحوى نسبة منه ٠ والجسم يحتاج الى كميات صغيرة من المواد المعدنية وهى متوافرة فى الأطعمة المختلفة اذا أحسن اختيارها ٠ وقد سبق أن بينا أهمية الفوسفات والكالسيوم فى بناء العظام ٠ وللأملاح المعدنية الأخرى فوائد متعددة ، فالحديد مثلا أحد المكونات الرئيسية للهيموجلوبين ، وهو المادة التى تحمل الأوكسجين فى كرات الدم الحمراء ٠ وتعتبر الكبد من أهم مصادر الحديد ٠ واليود من أهم العناصر التى تلزم الغدة الدرقية لتؤدى وظيفتها ٠ وحديثا تبين أن مادة الفلورين من الأملاح المعدنية اللازمة لمنع تسوس الأسنان ٠ وملح الطعام العادى (كلوريد الصوديوم) هو أحد المكونات الرئيسية التى يحتاج اليها الجسم ٠ أما البروتينات — وهى أكثر المواد الغذائية تعقيدا — فتكثر فى اللحم الأحمر (العضلات) كما توجد فى البيض والجبن والبقول ٠ وهى من المكونات الرئيسية فى تركيب البروتوبلازم ٠ أما الفيتامينات فهى توجد فى الأطعمة بكميات ضئيلة، وهى بعكس المواد الأخرى لا تشترك بطريقة مباشرة فى تزويد الجسم بالوقود أو فى بناء أنسجته ، ولكنها تعمل كعوامل منظمة أو منشطة أو مساعدة فى التفاعلات الكيموية وفى نمو الجسم ٠ وفى الماضى لم يعرف الانسان التركيب الكيموى للفيتامينات ، ولذا اكتفى فى تسميتها باعطائها حروفا أبجدية « مثل فيتامين أ وفيتامين ب ٠٠٠ الخ » ٠ ولكن بزيادة معرفة الانسان للتركيب الكيموى ، أصبح مثلا اسم فيتامين ج هو حامض الاسكوربيك٠وتبين الانسان أن فيتامين ب هو فى الواقع مجموعة من الفيتامينات تزيد على ١٢ نوعا وأمكن فصلها وتعريفها ٠

والمصدر الطبيعى السليم للفيتامينات هو الطعام ٠ والواقع أن الوجبة التى أحسن اختيارها تحتوى على كل مايلزم الجسم من عناصر، ولا يصح تناول الفيتامينات المركزة المجهزة صناعيا الا تحت اشراف الطبيب ٠

الوجبة الغذائية والتغذية الصحية : من أهم الشروط الأساسية اللازم توافرها فى الوجبة الصحية الكاملة :

١ — أن يكون بها من المواد الغذائية مايكفى لتزويد الجسم بحاجته من الطاقة الحرارية.

٢ — وأن تتنوع الأغذية بحيث تزود الجسم بالمواد اللازمة لنموه ولتمكينه من تأدية وظائفه ٠

وتقاس كمية الطاقة الحرارية بوحدات تسمى السعر (الكالورى) والسعر الكبير هو

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة لتر واحد من الماء درجة مئوية واحدة • فاذا تحدثنا عن السعرات التى تحتويها كمية معينة من الطعام فاننا نعنى عدد السعرات الكبيرة التى يمكن أن تنطلق من احتراق هذه الكمية من الطعام فى الجسم • والانسان يحتاج الى كمية من السعرات يوميا تختلف حسب نوع العمل الذى يؤديه الفرد وحسب السن والجنس ؛ فمثلا يحتاج الشخص الذى يقوم بعمل جثمانى مرهق الى ٤٠٠٠ سعر يوميا،وتحتاج ربة البيت الى مابين ١٨٠٠ ـ ٢٣٠٠ سعر يوميا ، ويحتاج الشاب فى دور المراهقة الى ٢٥٠٠ ـ ٣٨٠٠ سعر يوميا • واذا تناول الانسان كمية من المواد الغذائية المولدة للحرارة أكثر مما يحتاج اليه الجسم فان الزائد منها يخزن فيه بشكل دهن ، وليس فى هذا شىء من الصحة ، فالدهن الزائد عديم الفائدة للجسم ، فضلا عن أنه يرهقنا بحمله ويصبح عبئا ثقيلا على الجسم •

وقد أثبتت الاحصائيات التى تقوم بها شركات التأمين أن زيادة الوزن بمقدار ١٠٪ أو أكثر عن الوزن المناسب للفرد يؤدى الى تقصير العمر بقدر ملحوظ • ولما كانت معظم حالات الترهل (زيادة الوزن) مصدرها الافراط فى تناول الطعام ، فان العلاج واضح بطبيعة الحال وهو الاعتدال فى الأكل •

المجموعات الرئيسية السبع : أجريت دراسات واسعة تحت اشراف حكومة الولايات المتحدة الأمريكية على أثر الحرب العالمية الثانية ، واشترك فيها أكبر مشاهير علماء التغذية ، وكان الغرض منها الوصول الى تحديد الوجبة الغذائية الصحية الكاملة ، فكانت أهم توصيات البحث أن الوجبة المتوازنة لابد أن تحتوى يوميا على كمية مناسبة من كل من سبع مجموعات هى :

١ ـ خضراوات خضراء وصفراء تحتوى على ألياف وتؤكل طازجة أو مطبوخة (معلبة أو مجمدة) •

٢ ـ فواكه حمضية (الموالح) ، طماطم ، كرنب غض « طازج » •

٣ ـ بطاطس وخضراوات أخرى وفواكه •

٤ ـ اللبن ومنتجاته بما فيها الجبن والجيلاتى •

٥ ـ حوم ، طيور ، سمك ، بيض ، بقول جافة (فول • عدس) •

٦ ـ خبز وفطائر ، ويجب أن تشتمل دقيقا كاملا (غير منخول) أو يضاف اليه بعض العناصر الغذائية الهامة •

٧ ـ زبد وسمن صناعى •

الهضم : أو تحويل الطعام إلى مواد بسيطة يمتصها الجسم

لن يستفيد الجسم بأى حال من كل هذه الأطعمة التى نتناولها اذا لم يتم هضمها • فمعظم الأطعمة التى نأكلها لاتكون فى حالة تسمح للدم بنقلها ولا للخلايا بالاستفادة منها.والجهاز الهضمى عبارة عن أنبوبة طويلة يتصل بها عدد من الأعضاء وهى الغدد الهضمية التى تقوم بافراز المواد الكيموية التى تعمل على هضم الغذاء ، وتعرف هذه الأنبوبة بالقناة الهضمية ، وهى ذات طول عجيب؛ فهى فى الشخص البالغ تبلغ من ٣٢ ـ ٣٦ قدما ، ومعظم هذا الطول عبارة عن الأمعاء الدقاق ، فهى حوالى ٢٨ قدما وحدها •

التغيرات التى تطرأ على الطعام فى القناة الهضمية : يبدأ علاج الطعام فى الفم ، حيث يمزق ويطحن ، حتى يتحول الى عجينة لينة ، وفى أثناء هذه العملية تتفتت جزيئات البروتين والكربوهيدرات والدهون الى جزيئات أصغر • ويتم تجزئة مكونات هذه المواد فى جميع أجزاء القناة الهضمية بواسطة أنزيمات خاصة • وتفيد عملية التجزئة فى غرضين :

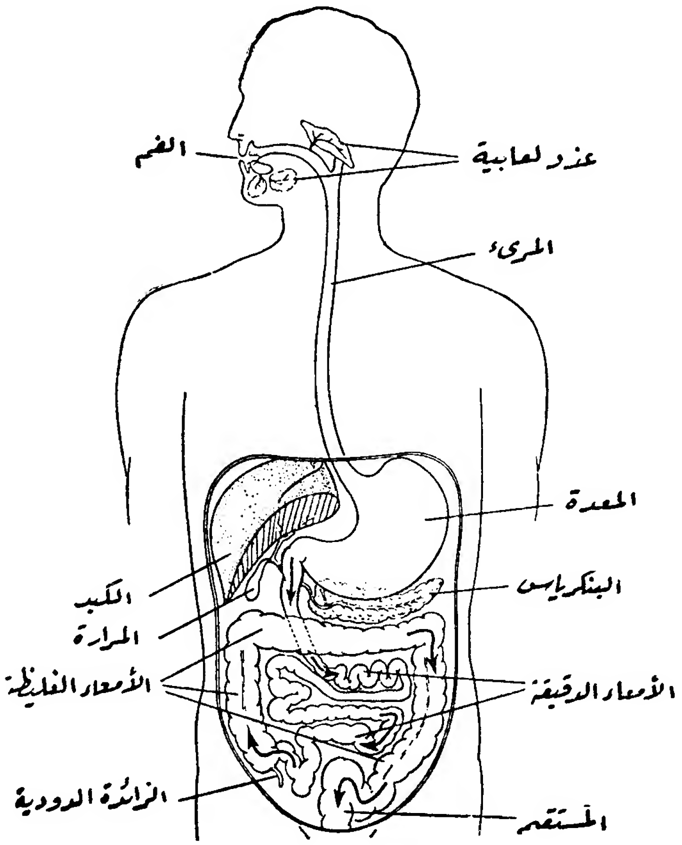
أولا ـ السماح للمواد الغذائية بالنفـــاذ بأغشية الأمعاء الدقاق الى الدم فتصبح فى متناول كل أنسجة الجسم •

ثانيا ـ تحول المواد الغذائية من صورتها المعقدة الى صورة بسيطة تمكن خلايا الجسم من استعمالها فى تكوين بروتوبلازم جديد أو فى عملية الاحتراق •

ويدخل الطعام الى الجسم عن طريق الفم ، ويحتوى الفم على الفكين اللذين يحملان عددا من الاسنان يبلغ ٣٢ سنا فى حالة الشخص البالغ ؛ والأسنان الأمامية منها حادة مفلطحة وتقوم بقطع الطعام ، و فى الأركان الأمامية الأربعة يوجد أربع أسنان حادة دقاق وظيفتها تمزيق الطعام ، وهى ترى بوضوح فى بعض الحيوانات (آكلة اللحوم) كالقط والكلب ، أما بقية الأسنان فهى التى تقوم بطحن الغذاء • ويساعد تفتيت الطعام على اتمام التأثير الكيموى فيها بسهولة • وبينما الأسنان تقوم بمضغ الطعام يقوم اللسان بتحريكه فى الفم، وفى أثناء ذلك يمتزج باللعاب ويتكون اللعاب فى ست غدد لعابية • ومن هذه الغدد ينتقل اللعاب الى الفم فى أنابيب أو قنوات خاصة • ويحتوى اللعاب على أنزيمات تبدأ فى هضم النشا المطبوخ بتقسيم جزيئاته الكبيرة الى جزيئات سكر أبسط تركيبا ، وبعد أن ينتهى مضغ الطعام فى الفم يمر فى المرىء حتى يصل الى المعدة •

ويبقى الطعام فى المعدة مدة قد تصل الى أربع ساعات تبعا لنوع مكونات هذا الطعام ، وفى أثناء ذلك يستمر خض الطعام فى المعدة ويتم خلطه بالعصارة المعدية التى تفرزها غدد خاصة فى جدران المعدة • ويحتوى العصير المعدى على انزيم يساعد على هضم البروتينات ، كمـا تقوم بعض الغدد المعدية بتحضير حمض الايدروكلوريك. والكميات الضئيلة التى تتكون من هذا الحمض تساعد الانزيم على القيام بوظيفته ، كما تساعد على اذابة المواد المعدنية التى يحتويها الطعام ، وبعـد أن تتم هـذه العمليات ينتقل الطعام الى الأمعاء الدقاق •

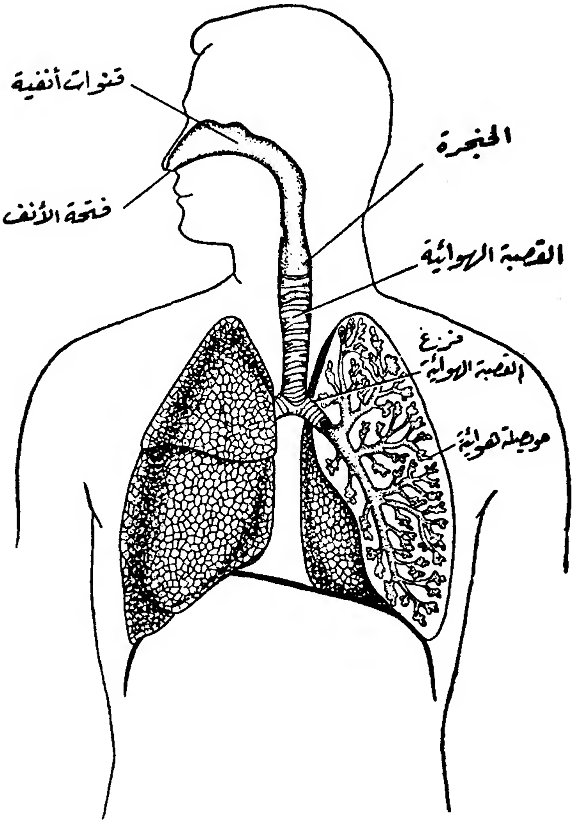
وتعتبر الأمعاء الدقاق محور عملية الهضم



المنظر العام لتوضيح شكل ومواقع أجزاء الجهاز الهضمى • يفرز عـدد من الغدد مواد كيماوية تحول الطعام أثناء مروره فى القنـــاة الهضمية •

فينخفض الى أسفل وفى نفس الوقت تنقبض عضلات الصدر فتجذب الضلوع الى الخارج . وهذه فى الجسم • وهى ، كما سنرى بعد ، المكان الذى يتم فيه امتصاص المواد المهضومة وانتقالها الى الدم • ويصب فى الأمعاء الدقاق افرازات ثلاث غدد هضمية ، هى : افرازات الغدد المعوية التى توجد فى جدر الأمعاء الدقاق ، والصفراء من الحوصلة الصفراوية ، والعصارة البنكرياسية الآتية من البنكرياس • ويتم تفتيت جزيئات الكربوهيدرات والبروتينات والدهون وتحويلها الى مواد أبسط تركيبا بواسطة الانزيمات التى تحويها افرازات غدد الأمعاء والبنكرياس والصفراء.

انتقال الغذاء من القناة الهضمية : يمر الغذاء المهضوم من الغشاء الرقيق المبطن لجدر



مسار الهواء من الفم الى الحويصلات الهوائية .

الأمعاء الدقيقة الى الدم ، وتعرف هذه العملية بعملية الامتصاص • ويلائم تركيب الأمعاء الدقاق هذه العملية ملاءمة تامة ، وطولها الذى يبلغ ٢٠ قدما يسمح ببقاء الطعام فيها مدة طويلة •وجدرانها الرقاق ينتشر فيها عدد كبير من الشعيرات الدموية وتبطنها ملايين من النتوءات التى تعرف بحلمات الامتصاص • كل هذا يسمح لها بتأدية وظيفتها فى امتصاص الطعام المهضوم ونقله الى الجهاز الدورى •

التخلص من الفضلات : تنتقل بقايا الطعام التى لم تهضم الى الأمعاء الغلاظ ، وهى تختلف عن الأمعاء الدقاق فى أن قطرها أكبر ، ولكنها أقصر طولها ؛ فهى لاتزيد على خمس أقدام ويترسب أغلب محتويات الأمعاء الغلاظ من المواد السليولوزية المتخلفة عن هضم الأغذية النباتية ريكثر بها البكتريا ، وتمتص ما بها من ماء أثناء انتقالها حتى تصل الى المستقيم وتخرج من فتحة الشرج •

التنفس

قد يتمكن الانسان من الحياة أسبوعا أو أكثر بدون طعام ، ولكن بدون الأوكسجين لا يستطيع الانسان أن يعيش أكثر من بضع دقائق • والأوكسجين ضرورى لكل خلية من خلايا الجسم ليتم احتراق الغذاء وتكوين الطاقة • ان مسئولية تزويد الجسم بحاجته من الأوكسجين وتخليصه من نواتج الاحتراق تقع على عاتق الجهاز التنفسى •

ميكانيكية التنفس : اذا وضعت يدك على صدرك فانك تلاحظ أن الصدر يرتفع وينخفض مع عملية التنفس ، وتوجد عضلة أخرى لانراها تتحرك فى أثناء التنفس وهى الحجاب الحاجز الذى يفصل بين تجويف الصدر وتجويف البطن ، ويدخل الهواء الى الجهاز التنفسى بقوة الضغط الجوى فى أثناء حركة الحجاب الحاجز وعضلات الصدر . ففى أثناء عملية الشهيق ينقبض الحجاب الحاجز

الحركات تزيد من اتساع التجويف الصدرى ، وبهذا يقل ضغط ما به من هواء على الرئتين ، وتبعا لهذا يندفع الهواء فى الأنف ومنه الى القصبة الهوائية فالرئتين

وفى أثناء عملية الزفير يرتفع الحجاب الحاجز الى أعلى وتنخفض الضلوع الى الداخل ، ويترتب على هذه الحركات نقص حجم التجويف الصدرى فيزداد ضغط الهواء داخله فيضغط هذا بدوره على الرئتين فيطرد مابهما من هواء ، وتحدث هذه الدورة مابين ١٢ ، ١٥ مرة فى الظروف العادية فى أثناء الراحة ٠ أما عند القيام بنشاط عضلى أو عند ممارسة الألعاب الرياضية فتزداد سرعة عملية التنفس وتصبح أكثر عمقا ، وهذا ضرورى لتزويد الجسم بما يتطلبه هذا الجهد الاضافى من طاقة ، وعندما ينام الانسان تقل سرعة التنفس ٠

الطريق الذى يمر به الهواء : يدخل الهواء من فتحتى الأنف حيث توجد شعيرات صغار تقوم بتنقية الهواء بحجز ذرات الغبار الكثيرة ٠ وينتقل الهواء بعد ذلك الى الممرات الأنفية حيث يسمح تركيب العظام بتعريض سطح أكبر من الغشاء المخاطى المبطن بها بما يتيح للهواء الفرصة لتنقيته وترطيبه وتدفئته حتى يصبح فى درجة حرارة الجسم ٠ واذا لم يتم ذلك فان الهواء الداخل الى الرئتين قد يسبب تلفا للأغشية المبطنة للرئتين مما يؤدى الى حدوث آلام وتعرض لدخول الميكروبات الضارة ، ولهذا كان من الأصح أن نتنفس من الأنف ونمتنع عن التنفس من الفم ٠

يدخل الهواء بعد ذلك الى البلعوم حيث يوجد حارس أمين يحرس مدخل القصبة الهوائية هذا الحارس هو اللهاة « لسان المزمار » الذى يقوم بسد فتحة القصبة الهوائية حين مرور الطعام عند البلع حتى لايمر الطعام الى القصبة الهوائية ، وتتفرع القصبة الهوائية الى فرعين هما الشعبتان ، وتتفرع كل شعبة الى شعيبات أدق حتى تنتهى الى الحويصلات الهوائية ٠

تبادل الغازات فى الحويصلات الهوائية :
الحويصلات الهوائية عبارة عن غرف ميكرسكوبية فى نسيج الرئة ، وقد قدر عدد الحويصلات الهوائية فى الرئتين بما يقرب من ٦٠٠ مليون حويصلة ٠ وهذه تكفى لامتصاص كمية هائلة من الأوكسجين من الهواء ، وجدر الحويصلات الهوائية غاية فى الرقة وغنية بالشعيرات الدموية ، ويمر الأوكسجين خلال جدر الحويصلة الى جدر الشعيرات الدموية الى الدم وتتجمع الشعيرات الدموية ليتكون منها أوعية دموية أوسع ، ويجرى الدم فى هذه الأوعية الدموية حاملا الأوكسجين الى كل خلية من خلايا الجسم ، ومن الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية ينفصل غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء الى تجويف الحويصلة ، وعند حدوث عملية الزفير تخرج هذه الغازات مع هواء الزفير ٠

العناية بالجهاز التنفسى : تناولنا بالشرح أهمية التنفس عن طريق الأنف ، ولكن فى بعض الأحيان يوجد فى الأنف نغف وهو مانسميه باللحمية ٠٠٠ (وهى أنسجة توجد فى الممر الأنفى قرب الحلق تعوق مرور الهواء) ، وهذه قد تجعل من المتعذر أن يتنفس الانسان عن طريق الأنف ، وفى هذه الحالة لابد من عرض الأمر على الطبيب المختص ، فاذا مالاحظنا تنفس أحد الأطفال من الفم اقتضى الأمر احالة الطفل على الطبيب لمعرفة السبب، وقد أثبتت بعض البحوث الحديثة الضرر الذى قد يسببه التدخين للجهاز التنفسى ، ولعلنا سمعنا عن البحوث التى أثبتت علاقة التدخين بالاصابة بسرطان الرئة ٠

وعلى العموم لا يزال الأمر يتطلب بحوثا أكثر عمقا ودقة لتحديد ومعرفة آثار التدخين فى الجسم ، وعلينا أن نتتبع كل مايتم من بحث فى هذا الصدد ، وألا نأخذ فى الاعتبار الا كل نتيجة مدعومة بالأدلة والبراهين ، وحاليا يبدو أن الجميع متفق على أن الافراط فى التدخين (علبتين أو أكثر يوميا) ضار بالجسم ، وبالمناسبة يحسن الاستعانة بعمل كشف أشعة دورى على الصدر

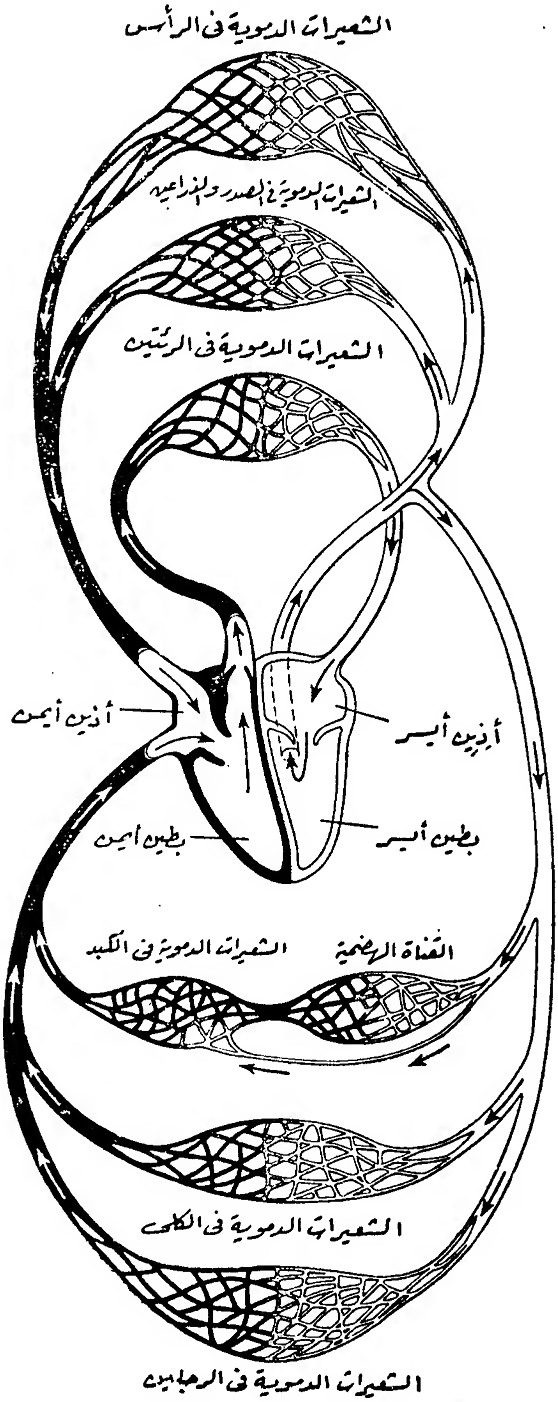
فان الصور التى تعمل بأشعة أكس لها فائدة كبيرة فى تشخيص حالات الاصابة بالسل أو سرطان الرئة مبكرا ، وقبل أن يستفحل أمرها · ونظرا لانتشار هذه الأمراض بأمريكا تقوم جمعية السل والصحة الأمريكية بالتعاون مع السلطات المحلية فى عمل كشف الأشعة للأفراد بالمجان · وفى الجمهورية العربية المتحدة يقوم عدد من المستشفيات بعمل هذا الكشف مجانا أو بأجور زهيدة جدا ·

الدورة الدموية وانتقال المواد بين أجزاء الجسم

القلب : منذ أكثر من ثلاثمائة سنة أثبت العالم وليم هارفى أن للدم دورة مستمرة فى قناة مغلقة تتخلل أنسجة الجسم · بهذا الكشف توصل الانسان للمرة الأولى فى التاريخ الى مفهوم دقيق للدورة الدموية · ومع كل ماعرفناه عن الدورة الدموية من حقائق ، مازلنا الى يومنا هذا نتأمل ـ فى اعجاب وخشوع ـ قدرة القلب وميكانيكيته ، تلك المضخة الحية التى تدفع الدم آلاف الأميال فى الأوعية الدموية ، مضخة تنبض ١٠٠,٠٠٠ مرة كل يوم من أيام حياتنا ·

والقلب عبارة عن مضخة عضلية فى حجم قبضة اليد تتكون من أربع غرف ، اثنتان منها فى أعلى القلب وتعرف كل منهما بالأذين ، واثنتان فى الجزء الأسفل وتعرف كل منهما بالبطين · والبطين الأيسر هو أكبر تلك الغرف ، فهو يكون ثلاثة أرباع حجم القلب ، وجدرانه تصل فى سمكها الى ثلاثة أضعاف سمك جدار البطين الأيمن · ويرجع هذا الاختلاف فى سمك الجدار الى طبيعة العمل الذى يؤديه كل بطين منهما ؛ فالبطين الأيسر يدفع الدم الى جميع أجزاء الجسم · أما البطين الأيمن فيدفعه الى الرئتين المجاورتين للقلب ·

رحلة الدم فى الجهاز الدورى : فلنبدأ تتبعنا لهذه الرحلة مع الدم الداخل الى الأذين الأيمن حتى يتم دورة كاملة فى الجسم ، وحبذا لو تأملنا خط سير الرحلة قبل بدئها · يدخل الدم الى



يسرى الدم فى الجسم باستمرار فى جهاز مقفل من الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية ويقوم القلب بعمل المضخة ·

الجانب الأيمن من القلب من جميع أجزاء الجسم ، ثم يذهب الى الرئتين . ويعود الى الجانب الأيسر للقلب ، ثم يتجه الى أجزاء الجسم كافة • ثم يعود الدم الى الجانب الأيمن للقلب وتبدأ الرحـله من جديد مرة أخرى . وباختصار فان الدم ينتقل من الجسم الى الجانب الأيمن للقلب ، ومنه الى الرئتين ثم الى الجانب الأيسر للقلب ، ومنـه الى الجسم ، وهكذا ••• لاحظ أن على الدم أن يخترق القلب مرتين لكى يتم دورة كاملة واحـدة . والآن الى التفاصيل :

يحمل الدم الى الأذين الأيمن بواسطة الوريدين الأجوفين ، هذا الدم أتى من جميع أجزاء الجسم ماعدا الرئتين • وعندما يمتلىء الأذين الأيمن بالدم يفتح الباب الموصل بينه وبين البطين الأيمن ، ويسمى هـذا الباب الصمام الأيمن ، وعندئذ ينساب الدم الى البطين الأيمن • ثم يقفل هذا الصمام بعد ذلك وتنقبض عضلات البطين الأيمن فتدفع الدم فى الشريان الرئوى الى الرئتين (الشريان هـو الذى يحمل الدم الخارج من القلب) وفى الرئتين يتخلص الـدم من ثانى أكسيد الكربون الذى يحمله الى الحويصلات الهوائية ويتزود منها بحاجته من الأكسجين • ثم ينتقل الدم عائدا الى الجانب الأيسر للقلب بواسطة الأوردة الرئوية (الوريد هو الوعاء الدموى الذى يحمل الدم الى القلب) •

وهكـذا يدخل الدم المؤكسد الآتى من الرئتين الى الأذين الأيسر ، وما ان يمتلىء الأذين الأيسر بالدم حتى يفتح الصمام الموصل بينه وبين البطين الأيسر فينقل اليه الدمّ ، ويغلق الصمام ليمنع عودة الدم الى الأذين ، ثم تنقبض عضلات جدار المبطين الأيسر فيندفع الدم الى جميع أجزاء الجسم عن طريق « الاورطى » وهو أكبر الأوعية الدموية فى الجسم • فهـو فى الشخص البالغ أسمك قليلا من اصبع الابهام • وتخرج من الأورطى فروع الى الرأس والذراعين ثم يتجه الوعاء الأصلى الى أسفل مخترقا الصدر والتجويف البطنى ، ويرسل فى أثنـاء ذلك عدة فروع الى مختلف الأعضاء ، وأخيرا يتفرع الى فرعين لتغذية الأرجل.

وينتشر الدم الشريانى متفرعا فى شبكة من ملايين الشعيرات الدموية الرقيقة الجدر لكى يصل منها الى جميع أنسجة الجسم حيث ينتقل اليها الأكسجين من الدم • وكذلك تنتقل المواد الغذائية وغيرها من المواد الضرورية من الدم الى الأنسجة ، وفى نفس الوقت تتخلص الأنسجة من الفضلات المتجمعة فيها الى الدم.ثم تبدأ الشعيرات الدموية فى التجمع لتكون الأوردة التى تعيد الدم الى القلب عن طريق الوريدين الأجوفين • وهى أكبر أوردة الجسم • ثم تبدأ الدورة من جديد • وقد أمكن تقدير المدة التى يستغرقها الدم فى عمل دورة كاملة بحوالى ١٥ ثانية • وبديهى أنه لابد لأنسجة القلب نفسها من تلقى مايكفيها من غذاء وأوكسجين ، ولابد لها من أن تتخلص من الفضلات ولهذا الغرض تخرج مجموعة من الشرايين متفرعة من الاورطى خصيصا لتصل الى أنسجة القلب ، ويعود الدم من أنسجة القلب الى الدورة الدموية فى أوردة خاصة •

الدم : الدم هـو جهاز النقل والتوزيع فى الجسم ، فهـذا السـائل المتجول يحمل الغـذاء والأوكسجين الى جميع خلايا الجسم ، وهو يتسلم الكثير من المواد الكيموية كالهرمونات ويوزعها ، وهو يجمع الفضلات ونواتج الاحتراق ويحملها الى الأعضاء الخاصة بالاخراج • ويحتوى الدم على مـواد كيموية وخلايا وظيفتها وقاية الجسـم من الأمراض ، فى نفس الوقت يحتوى الدم نفسه على الجهاز الذى يقوم بسد الفتحات ومنع تسرب الدم الى الخارج •

ويتركب الدم من خلايا وسائل تسبح فيه هـذه الخلايا ، وهـذه الخلايا هى الخلايا الحمراء والخلايا البيضاء والصفائح الدموية . أما السـائل فهو البلازما •

والكرات الحمراء ــ كما ذكرنا فيما سبق ــ هى التى تقوم بحمل الأوكسجين • وتحوى هـذه الكرات مادة حمراء تسـمى الهيموجلوبين وهى المـادة الفعالة فى حمل الأوكسجين ويحتوى

جزىء الهيموجلوبين على ذرة من الحديد ، وقد يؤدى نقص الحديد فى الغذاء الى نوع من أنواع الانيميا - وهى حالة يتميز فيها الدم بنقص الهيموجلوبين • والهيموجلوبين يتحد فى الرئتين مع الأوكسجين ، وعندما يصل الدم الى الأنسجة ينفصل الأوكسجين من الهيموجلوبين •

أما الكرات البيضاء فيمكن اعتبارها الجيش المدافع عن الجسم ، فان احدى وظائفها الرئيسية مهاجمة البكتريا وغيرها من الكائنات الضارة ، ويتم ذلك بأن تلتهم الكرات البيضاء تلك الكائنات الدقيقة وتهضمها ، وبهذا تبيدها تماما • وتستطيع الكرات البيضاء أن تغادر الأوعية الدموية وتتحرك تماما كما تتحرك الاميبا الى أى جزء من أجزاء الجسم مهدد بخطر • ولهذا السبب سميت الكرات البيضاء بالخلايا المتجولة ، وعادة يحتوى الملليمتر المكعب من الدم على عدد يتراوح بين ٦٠٠٠ ، ١٠٫٠٠٠ كرة بيضاء ، والملليمتر المكعب عبارة عن قطرة ضئيلة ، وفى نفس هذه القطرة الضئيلة يوجد حوالى خمسة ملايين كرة حمراء •

أما البلازما فتتركب أساسا من ماء مذاب فيه عدد من المركبات ، ومن بين هذه المركبات توجد المواد المغذية والمواد التى تستخدم فى وقاية الجسم من الأمراض ، كما يوجد بها هرمونات وأملاح وبقايا الاحتراق والفضلات • ويبلغ حجم دم الانسان البالغ جالونا ونصف جالون (حوالى ٦٨٤٠ سم٣) ، ولهذا لا يصاب الفرد السليم منا بأى ضرر اذا تبرع بحوالى ٥٠٠ سم٣ من الدم لبنك الدم حتى يكون لدى الدولة رصيد منه يستخدم فى حالات الحوادث المفاجئة • وجسم الشخص السليم قادر على تعويض مثل هذا المقدار الذى تبرع به من دمه بسرعة •

للدم وسائله فى تجنب النزيف عن طريق التجلط ، فعندما يجرح أو يخدش الجلد - وكل منا مر بهذه الخبرة - نجد أن الدم ينزف لبرهة صغيرة ثم يقف النزيف من تلقاء نفسه بدون أى مساعدة خارجية ، وتظهر على الجرح كتلة قاتمة من الدم المتجلط ، هذه الجلطة تمنع فقد كميات كثيرة من الدم • وفى عملية التجلط يخرج من الدم مادة بروتينية تسمى الفيبرينوجين لا تلبث أن تكون أليافا خيطية تعيق تسرب الدم وتحبس الكرات الدموية ، وبهذا تتكون الجلطة •

والجهاز الدورى عبارة عن دائرة مغلقة من الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية • والأخيرة ذات جدران رقيقة بدرجة تسمح لبعض سوائل الدم النفاذ الى أنسجة الجسم ، هذا السائل مع الكرات البيض المتسربة من الشعيرات الدموية تكون سائلا يعرف « باللمف » •

العناية بالجهاز الدورى : ازداد الاهتمام بالجهاز الدورى ووقايته فى الأيام الأخيرة ؛ فقد أثبتت الاحصائيات الصحية فى الولايات المتحدة أن أمراض القلب هى أول أسباب الوفيات فيها ، وبديهى أن أحد أسباب انتشار هذه الأمراض هو العوامل التى أدت الى ارتفاع متوسط الأعمار فى أمريكا ، والواقع أن أمراض الجهاز الدورى تنتشر بين الكهول والعجائز ، ولهذا ليس بغريب أن تعانى الشعوب التى يرتفع فيها متوسط الأعمار من هذه المشكلة • وبالرغم من أن الاصابة بهذه الأمراض تحدث فى الكبر الا أننا فى الواقع نمهد الطريق فى شبابنا اما الى حياة سليمة عند الكبر واما الى حياة تنغصها أمراض القلب • والأمر يقتضى العناية بالجهاز الدورى فى دور الشباب وعدم ارهاق القلب والأوعية الدموية عن طريق تنظيم عملية التغذية الصحية المناسبة وعن طريق الرياضة المناسبة وتمضية بعض أوقات الفراغ فى الخلاء للاستمتاع بالهواء الطلق والشمس ، وأخذ كفاية الجسم من النوم ، والابتعاد عن المثيرات النفسية والهموم ، وعمل كشف طبى شامل بصفة دورية •

الإخراج

تتكون الفضلات الزائدة عن حاجة الجسم فى أثناء قيامه بنشاطه العادى • وأهم تلك المواد هو ثانى أكسيد الكربون والماء والبولينا والأملاح. ويتكون الماء وثانى أكسيد الكربون فى الخلايا نتيجة أكسدة المواد الغذائية لتكوين الطاقة • وقد شرحنا كيفية التخلص من ثانى أكسيد الكربون فى الرئتين . أما الماء فان الجسم يتخلص منه بثلاث طرق : عن طريق الرئتين ، والجلد ، والكليتين • ويمكن التأكد من خروج الماء عن طريق الرئتين بواسطة لوح زجاجى نعرضه لهواء الزفير فيشاهد تكاثف بخار الماء عليه ، كما يمكن مشاهدته خلال أيام الشتاء الباردة • ويتكون العرق الذى تفرزه الغدد العرقية أساسا من ماء وأملاح ، ويحمل الدم هذا الماء الى الغدد العرقية المنتشرة فى الجلد ، ويتبخر ماء العرق فيتخلص منه الجسم وفى نفس الوقت يتخلص من الحرارة الزائدة عن طريق هذا البخر •

وتنتج البولينا عن هدم البروتينات والبروتوبلازم وتفصل البولينا بواسطة الكليتين. ويوجد فى كل كلية حوالى مليون مرشح ميكروسكوبى يمر خلالها الدم فتنزل منه البولينا والأملاح والماء الزائد ، وتنتقل هذه المواد الى المثانة ومنها الى الخارج • وتعتبر البولينا مقياسا لصحة البدن ، وبتحليل البول يمكن الكشف عن وجود السكر والزلال • ووجود السكر يدل على الاصابة بمرض السكر • ووجود الزلال دليل على أن الكلى غير سليمة ولا تؤدى وظيفتها كما يجب•

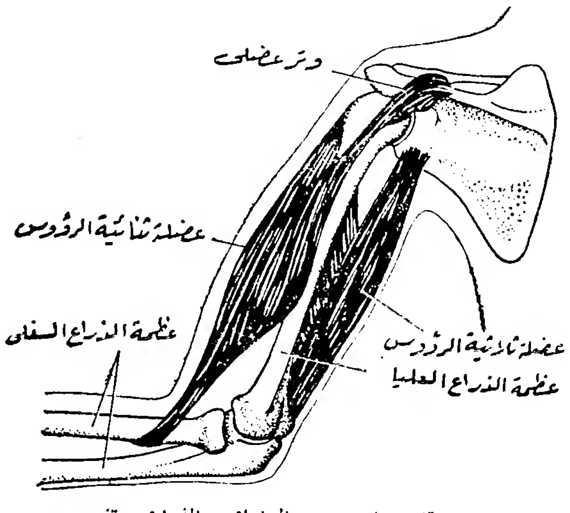
النمو

يزود الطعام الجسم بالمواد البنائية اللازمة له ؛ فالبروتين والماء مع غيرهما من المواد الغذائية تتحول الى بروتوبلازم • هذه العملية التى تتم على المواد الغذائية فى الجسم تعرف بعملية التمثيل ، وكلما تكونت كمية من المادة البروتوبلازمية يزداد حجم الخلايا ثم تنقسم لتكون عددا أكبر من الخلايا. وهذه الزيادة فى عدد الخلايا بهذا الأسلوب تعرف بالانقسام غير المباشر . وفى هذا النوع من الانقسام تنقسم بنفس الطريقة الوحدات الوراثية الموجودة بالنواة والتى تعرف بالجينات أو العوامل الوراثية وتحتفظ كل خلية جديدة بقسم منها • وينقسم أيضا السيتوبلازم (وهو السائل المحيط بنواة الخلية) وبهذا تتكون خليتان متشابهتان ومشابهتان للخلية الأصلية ، وبهذه الطريقة اذا انقسمت احدى خلايا البشرة تكونت خليتان متشابهتان من خلايا البشرة •

وتلعب بعض أنواع الفيتامينات دورا هاما فى تنظيم عملية النمو • ففيتامين «د» مثلا ضرورى لنمو العظام ، وكذلك الهرمونات التى تفرزها الغدد الصماء لها دور رئيسى فى تنظيم النمو الجسمى • وسنتناول هذا الموضوع بالشرح فى قسم آخر من هذا الفصل •

الهيكل العظمى للجسم وكيف يتحرك

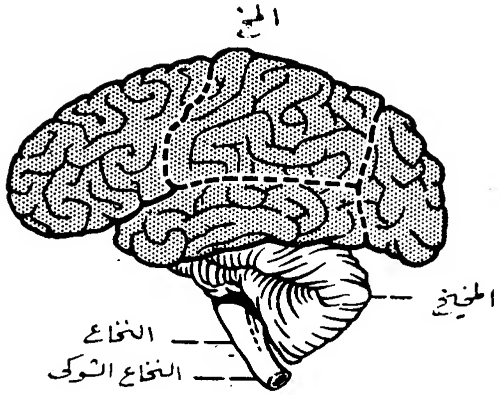
يبنى جسم الانسان على هيكل أشبه بالهيكل الذى تبنى عليه العمارات الضخمة (ناطحات



تثنى احدى العضلات الذراع وتفرده عضلة أخرى •

السحاب) • فهو يحتوى على هيكل من الأعمدة المسلحة ، وهو الهيكل العظمى الذى ترتكز عليه أعضاء الجسم كافة • الا أن الهيكل العظمى للجسم يختلف عن هيكل العمارة فى أن الأول فيه مرونة تامة وقدرة على الحركة • ولهذا فان أجزاءه تتحرك وتعمل العظام كروافع تتحرك بواسطة العضلات المرتبطة بها ، ويختلف الأمر مع عظام الجمجمة فهى تتركب من صفائح تكون صندوقا وظيفته حماية المخ • أما العظام الطويلة كعظام الذراع فهى ليست صماء ، بل مجوفة أسطوانية تحتوى على النخاع • وهذا التجوف الذى يميز العظام يكسبها صلابة ، وفى نفس الوقت يجعلها خفيفة الوزن • ويتركب نسيج العظام كما شاهدنا من خلايا عظمية ترسب فى المسافات التى تتخللها مواد معدنية أهمها فوسفات الكالسيوم ، وهذه المواد المعدنية تكسب العظام صلابتها •

وتتم الحركة عن طريق زيادة أو نقص العضلة فى الطول ، فاذا تحرك أحد أعضاء الجسم فى اتجاه معين فان ذلك يكون بتأثير انقباض عضلة معينة خلاف العضلة الأخرى التى تحركه فى الاتجاه المضاد • والذراع من أحسن أجزاء الجسم التى يمكن أن ندرس عليها هذه العملية • فالجزء العلوى من الذراع (عظمة العضد) عليه عضلة تعرف بالعضلة ذات الرأسين وهى مثبتة باحكام عند الكتف ، وترتبط بوتر قوى • ويقع تحت عظام العضد العضلة ذات الثلاثة الرءوس ، وهى مثبتة بنفس الطريقة • فاذا ثبت يدك اليسرى على السطح العلوى للعضد بحيث تحيط الأصابع بالذراع فانك تستطيع الاحساس بحركة هاتين العضلتين ، فعند ثنى الذراع ستشعر بالعضلة ذات الرأسين وهى تنقبض ، وفى نفس الوقت تكون العضلة ذات الثلاثة رؤوس فى حالة انبساط ، وعندما تفرد (تبسط) الذراع تنبسط ذات الرأسين وتنقبض العضلة ذات الثلاثة الرؤوس • وهناك من الأعمال المعقدة مثل الكتابة فانها تتطلب تعاون عدد كبير من العضلات لاتمامها. وهذا يفسر لنا أهمية التدريب الطويل لاكتساب



تحكم أجزاء المخ الثلاثة فى المستويات المختلفة للنشاط • فالمخ يتحكم فى التصرفات الشعورية ، والمخيخ يتحكم فى الاتزان والتناسق بين العضلات فى أثناء السير مثلا • أما النخاع فانه يتحكم فى عمليات مثل النفس والهضم ودقات القلب •

المهارة اللازمة لاتمام مثل تلك الأعمال •

تنظيم النشاط البدنى والتحكم فيه

يقع جسم الانسان تحت سيطرة مشتركة للجهاز العصبى والغدد الصماء ويقع العبء الأساسى فى قيادة الجسم على الجهاز العصبى الذى تنتشر فروعه فى جميع أجزاء الجسم ، أما التحكم فى العمليات الكيموية التى تحدث فى الجسم فتتم بواسطة الغدد الصماء ، بواسطة الهرمونات التى تصبها تلك الغدد فى الدم • وسنتناول الآن الجهاز العصبى بالشرح •

الجهاز العصبى : يقع مركز القيادة لهذا الجهاز فى المخ ، وتنتقل الاشارات العصبية من المخ واليه عن طريق المحور الرئيسى وهو النخاع الشوكى • وللجسم أعضاء حسية متخصصة كالعين والأذن واللسان والأنف والأعصاب الحسية فى الجلد (انظر الفصل ٢٢ أ الذى يصف الأذن ، والفصل ٢٣ أ الخاص بالعين) — أما الوحدة البنائية فى الجهاز العصبى فهى الخلية العصبية ،

وقد عرفنا فى هذا الفصل كيف يلائم تركيب الخلية العصبية الوظيفة التى تؤديها •

والأجزاء الرئيسية التى تكون المخ هى : البيضتان الكرويتان (المخ) والمخيخ والنخاع المستطيل ، وعلى النصفين الكرويين تقع مراكز الانتباه والذكاء والتعليل والذاكرة والتعلم ، وعليهما أيضا تقع مراكز الحس كالبصر والسمع والشم والذوق والألم والضغط وغيرها • وهنا أيضا مراكز البدء وتوجيه الحركات الارادية • فاذا رفعت يدك لتحيى صديق مثلا فان التيار العصبى يبدأ من المخ يسرى فى النخاع الشوكى ومنه الى أحد الأعصاب المتفرعة منه حتى عضلات الذراع فيدفعها الى الانقباض فيتحرك الذراع •

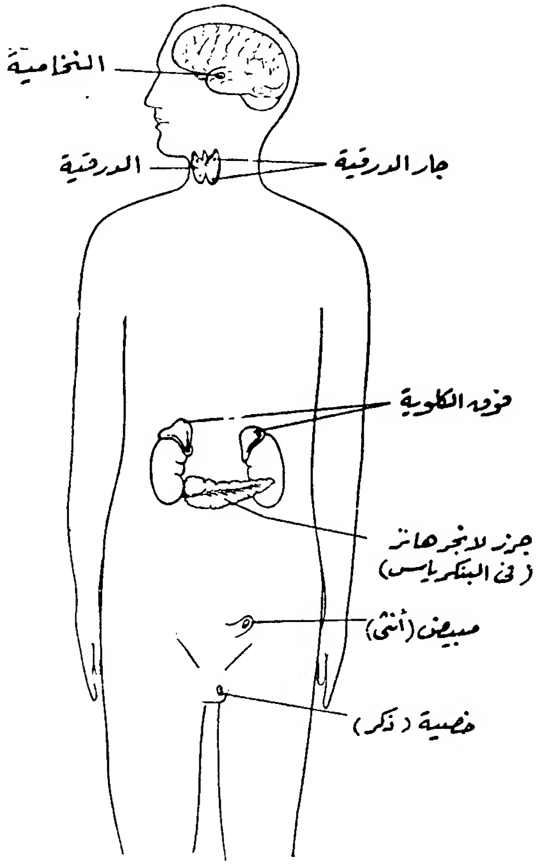
أما المخيخ فهو مركز تنسيق الحركات العضلية ، فكل حركة كالمشى تتطلب تنسيقا من عدد كبير من العضلات ، وهنا يلعب المخيخ دوره فى تنظيم توقيت انقباض وانبساط العضلات المتعددة المشتركة فى العملية ، ويقوم المخيخ أيضا بالتحكم فى توازن الجسم ، ويوجد فى التجويف الجانبى للجمجمة الذى يضم أجزاء الأذن الداخلية ، جزء عظمى مجوف يعرف بالتيه العظمى يتكون من ثلاث عظام ؛ الوسطى تعرف بالدهليز ، والجانبيتان هما القنوات الهلالية وهى فى مواقعها تأخذ ثلاثة اتجاهات ، وتحرك فى هذه القنوات سائلا يؤثر فى الجدار الحساس المحيط لهذه القنوات ، وينتقل هذا التأثير الى المخيخ ، ويتم التحكم فى توازن الجسم نتيجة الأوامر العصبية التى يبعث بها المخيخ الى العضلات المختصة بما يضمن حدوث الاتزان •

أما النخاع المستطيل فهو ينظم عمليات الهضم ونبضات القلب والتنفس والاخراج ، ومن هذا يتضح لنا أهمية هذا العضو الحيوى ، وبديهى أن أى اصابة تحدث للنخاع المستطيل تؤدى الى الوفاة فى الحال ، وهو يقع فى مؤخرة الجمجمة الى أسفل عند قاعدة المخ • وهو يمتد الى أسفل حتى يتصل بالنخاع الشوكى •

والنخاع الشوكى هو حلقة الاتصال بين المخ وسائر أجزاء الجسم ، ويتصل بالنخاع الشوكى عدد كبير من الأعصاب التى تنقل الى المخ المنبهات التى ترد من أجهزة الاستقبال ، أى أعضاء الحس ، وخلال هذه الأعصاب أيضا تسرى تيارات عصبية فى الاتجاه المضاد من المخ الى كثير من أجزاء الجسم عن طريق النخاع الشوكى ، وفضلا عن هذا فالنخاع الشوكى يعتبر مركزا للأفعال المنعكسة •

وتعتبر الأفعال المنعكسة أبسط نوع من الأعمال التى يؤديها الجهاز العصبى ، فاذا تصادف مثلا ولمست سهوا جسما ساخنا باصبعك ••• فما الذى يحدث ؟ انك تجذب اصبعك فى الحال دون أن تنتظر حتى التفكير فى سخونة ذلك الجسم ، وبعد ذلك تشعر فعلا بسخونته ، وتبدأ العملية بتنبيه عضو الحس ، ويحمل أحد الأعصاب التيار العصبى من الأعصاب الحسية المستقبلة للمنبه والمنتشرة فى الجلد الى النخاع الشوكى ، ومن هنا تخرج الأوامر الى الخلايا العصبية الحركية، وهذه تحمل تلك الأوامر الى العضلة المختصة ، وهذه بدورها تنقبض فتجذب الذراع بعيدا عن الجسم الساخن • وكل هذا لا يستغرق من الوقت أكثر من جزء من الألف من الثانية • وفى نفس الوقت تبدأ سلسلة أخرى من الاتصالات تسرى فى النخاع الشوكى حتى تصل الرسالة الى المخ فيحاط علما بأن هذا الجسم كان ساخنا ، ويتم هذا الاعلام بعد مضى عدة ثوان على سحب اليد • ولا شك أن الفعل المنعكس بهذه الصورة يقينا من أخطار كثيرة ، وهذه الأفعال تحدث مئات المرات فى جسم الانسان •

التنظيم الكيموى : الغدد الصماء هى الجهاز الثانى الذى يتحكم فى جسم الانسان ، وقد اكتشفت وظائف هذه الغدد فى منتصف القرن التاسع عشر ، فقد اكتشف العلماء أن هذه الغدد تصب افرازاتها فى الدم وتؤثر فى أعضاء مختلفة من الجسم ، وتسمى هذه المواد الكيموية التى



يتم التحكم الكيميائى فى الجسم بواسطة الغدد الصماء التى يحمل الدم افرازاتها ٠

تصبها هذه الغدد بالهرمونات ؛ وهى كلمة يونانية معناها « أنا استثير » ٠ وتتكون الهرمونات بكميات ضئيلة فى الغدد الصماء ومنها تنتقل مباشرة الى الدم ٠ وبهذه الطريقة تنتقل الهرمونات بسرعة الى أجزاء الجسم ٠ وهذا ييسر سرّعة تأثير بعض الهرمونات ، وأهم الغــدد الصــماء بالجسم هى : الغدة النخامية والدرقية وجزر لانجرهان والغدة الكظرية (فوق الكلى) والغدد التناسلية ٠

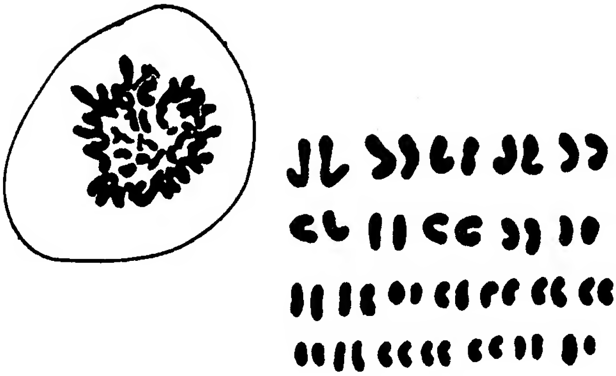
والغدة النخامية تقع عند قاعدة المخ ، وهى تفرز عددا من الهرمونات ويقــوم أحــد هــذه الهرمونات بتنظيم نمو العظام ، وقد يؤدى زيادة افرازها لهــذا الهرمون فى الصــغر الى زيادة فاحشة فى الطول فينشأ الفرد عملاقا ، وبالعكس يؤدى نقص الافراز الى تكوين قزم ٠ وتؤدى بعض الافرازات الأخرى لهذه الغدة الى تنظيم ضــغط الدم وكثــير من الجوانب التناسلية ٠ أما الغــدة الدرقية فتقع فى العنق أمام الحنجرة ، وهى تفرز هرمون الثيروكسين الذى ينظم سرعــة الأعمــال البدنيــة وعمليــة التمثيل والنمو ٠ أما جزر لانجــرهان التى تقــع فى البنكرياس فهى تفرز الأنسولين الذى تحتاج اليــه الخلايا فى عملية احتراق السكر ٠ وقد اســتعمل الأنسولين لأول مرة فى يناير ســنة ١٩٢٢ لحقن مرضى السكر ، فأنقذ حيــاة آلاف من الأشخاص المصابين بهذا المرض ٠

أما الغــدد الكظرية فتقع فوق الكلى ، وهى تفرز من بين افرازاتها الادرنالين الذى ينظم ضغط الدم ، وهى تدفع القلب الى أن ينبض بسرعة أكبر، وقد استعمل فى حالات كثيرة لانقاذ حياة المريض عند اضطراب القلب أو حدوث تغط فيه ٠ وتؤثر بعض الافرازات الأخــرى للغــدد الكظرية فى الأكسدة الخلوية ٠ أما الغدد التناسلية كالخصية والمبيض فليس عملها مقصــورا على تكوين الخلايا التناسلية ، ولكنها تكون عددا من الهرمونات التى تسبب مانسميه بالمظاهر الثــانوية الجنسية مثل تضخم الصوت ، واتساع الأكتاف عند الشبان ، ومثل استدارة الثديين ، وكبر الأرداف عند الفتاة وعند الأنثى تؤثر هــذه الهرمونات فى انبثاق البيضة ، وفى العادة الشهرية ٠

الوراثة

يقصد بالوراثة انتقال الصفات من الآباء الى الأبنــاء ، وشغف الانســـان بالوراثة قديم قدم التاريخ ٠ ولكن علم الوراثة لم يظهر كعلم الا فى عام ١٨٦٥ عندما أجرى القس النمسوى جورج مندل تجاربه الكلاســـيكية على آلاف من نباتات البسلة ٠

ويرجع أساس الوراثة الى عملية التناسل ؛



تحتوى كل خلية فى الجسم البشرى على ثمان وأربعين من الصبغيات (كروموسومات) ويوضح الشكل الصبغيات مرتبة فى ازدواج • وفى كل صبغه آلاف الجينات التى تحمل العوامل الوراثية •

فالحيوان المنوى الذى يتكون فى الذكر ، والبويضة التى تتكون فى الأنثى يحويان كل العوامل الوراثية التى ستنتقل الى الأبناء من الآباء • وتتركز تلك العوامل الوراثية فى نواة الخلية التناسلية حيث تحملها أجزاء معينة من النواة تعرف بالكروموسومات ، وهى جسيمات صغيرة ، يمكن رؤيتها تحت الميكرسكوب •

وتحتوى كل خلية من خلايا جسم الانسان على ٢٤ زوجا من الكروموسومات فيما عدا الخلايا التناسلية (أى البيضة والحيوان المنوى) التى ينتجها الفرد الكامل النمو ، فهى تحوى ٢٤ كروموسوما فقط ، وعند اتحاد الحيوان المنوى مع البويضة لتكوين الخلية الملقحة أو الزيجوت تتكون خلية تحوى ٤٨ كروموسوما أو ٢٤ زوجا من الكروموسومات • ولهذا فان الفرد من الجيل الجديد يتكون من خلايا لا تختلف عدد كروموسوماتها عن عددها فى خلايا الأبوين أى على ٤٨ كروموسوما •

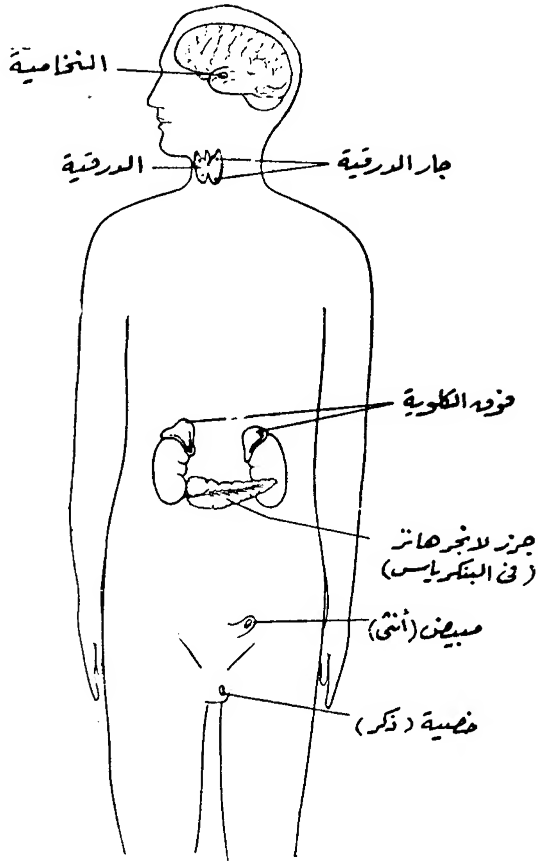
ويوجد على الكروموسومات آلاف من العوامل المحددة لصفات الجسم والتى تعرف بالجينات • وكل جين عبارة عن جزىء معقد التركيب قادر على التأثير فى نمو الكائن الحى وفى وظائفه ، وليس المجال هنا مناسبا لمناقشة طريقة تأدية الجينات لوظائفها ولا الأسس الوراثية عموما •

ولكن على كل حال علينا أن نفهم أن صفات الفرد يحددها مجموعة من الجينات انتقلت اليه من الأبوين كما تؤثر فيها (فى تلك الصفات) البيئة التى ينشأ فيها الفرد.فالوراثة والبيئة مشتركتان معا فى تشكيل الفرد •

الصحة والمرض

الصحة تاج على رؤوس الأصحاء لا يراه الا المرضى • والواقع فعلا أن كثيرا من الناس لا يذكرون الصحة الا عندما يفتقدونها ــ أى عندما يصابون بالمرض ــ فالبعض يعتبر أن الصحة هى خلو الجسم من المرض ، وعلى العكس فالصحة يجب أن ننظر اليها نظرة ايجابية ، انها الحالة الطبيعية العادية للجسم حيث تقوم جميع أجزاء الجسم بوظيفتها متعاونة معا على أكمل وجه • ان الحكمة اليونانية القديمة : « العقل السليم فى الجسم السليم » مازالت تعتبر تعريفا مقبولا للصحة •

ان جسم الانسان مزود بخطوط دفاع طبيعية تحميه من الاصابة بالمرض ؛ فالجلد الذى يغطى جميع أجزاء الجسم هو أول تلك الخطوط الدفاعية ، واذا كان الجلد سليما فانه يعمل كجدار واق من الأمراض ، ويقع تحت الجلد مباشرة طبقة من نسيج دهنى يعمل كمادة عازلة تحفظ حرارة الجسم ، وتعمل طبقة الدهن أيضا كوسادة لينة تبطن الطبقة الداخلية للجلد فتقى الجسم أضرار الصدمات ، وقد تحدثنا قبلا عن جيش الجسم



يتم التحكم الكيميائى فى الجسم بواسطة الغدد الصماء التى يحمل الدم افرازاتها ٠

تصب هذه الغدد بالهرمونات ؛ وهى كلمة يونانية معناها « أنا استثير » ٠ وتتكون الهرمونات بكميات ضئيلة فى الغدد الصماء ومنها تنتقل مباشرة الى الدم ٠ وبهذه الطريقة تنتقل الهرمونات بسرعة الى أجزاء الجسم ٠ وهذا ييسر سرّعة تأثير بعض الهرمونات ، وأهم الغدد الصماء بالجسم هى : الغدة النخامية والدرقية وجزر لانجرهان والغدة الكظرية (فوق الكلى) والغدد التناسلية ٠

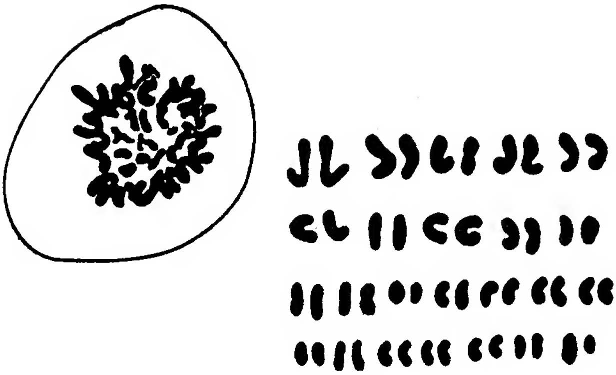
والغدة النخامية تقع عند قاعدة المخ ، وهى تفرز عددا من الهرمونات ويقوم أحد هذه الهرمونات بتنظيم نمو العظام ، وقد يؤدى زيادة افرازها لهذا الهرمون فى الصغر الى زيادة فاحشة فى الطول فينشأ الفرد عملاقا ، وبالعكس يؤدى نقص الافراز الى تكوين قزم ٠ وتؤدى بعض الافرازات الأخرى لهذه الغدة الى تنظيم ضغط الدم وكثير من الجوانب التناسلية ٠ أما الغدة الدرقية فتقع فى العنق أمام الحنجرة ، وهى تفرز هرمون الثيروكسين الذى ينظم سرعة الأعمال البدنية وعملية التمثيل والنمو ٠ أما جزر لانجرهان التى تقع فى البنكرياس فهى تفرز الأنسولين الذى تحتاج اليه الخلايا فى عملية احتراق السكر ٠ وقد استعمل الأنسولين لأول مرة فى يناير سنة ١٩٢٢ لحقن مرضى السكر ، فأنقذ حياة آلاف من الأشخاص المصابين بهذا المرض ٠

أما الغدد الكظرية فتقع فوق الكلى ، وهى تفرز من بين افرازاتها الادرنالين الذى ينظم ضغط الدم ، وهى تدفع القلب الى أن ينبض بسرعة أكبر. وقد استعمل فى حالات كثيرة لانقاذ حياة المريض عند اضطراب القلب أو حدوث لغط فيه ٠ وتؤثر بعض الافرازات الأخرى للغدد الكظرية فى الأكسدة الخلوية ٠ أما الغدد التناسلية كالخصية والمبيض فليس عملها مقصورا على تكوين الخلايا التناسلية ، ولكنها تكون عددا من الهرمونات التى تسبب مانسميه بالمظاهر الثانوية الجنسية مثل تضخم الصوت ، واتساع الأكتاف عند الشبان ، ومثل استدارة الثديين ، وكبر الأرداف عند الفتاة وعند الأنثى تؤثر هذه الهرمونات فى انبثاق البيضة ، وفى العادة الشهرية ٠

الوراثة

يقصد بالوراثة انتقال الصفات من الآباء الى الأبناء ، وشغف الانسان بالوراثة قديم قدم التاريخ ٠ ولكن علم الوراثة لم يظهر كعلم الا فى عام ١٨٦٥ عندما أجرى القس النمسوى، جورج مندل تجاربه الكلاسيكية على آلاف من نباتات البسلة ٠

ويرجع أساس الوراثة الى عملية التناسل ؛



تحتوى كل خليــة فى الجسم البشرى على ثمان وأربعين من الصبغيات (كروموسومات) ويوضح الشكل الصبغيات مرتبة فى ازدواج • وفى كل صبغه آلاف الجينات التى تحمل العوامل الوراثية •

فالحيوان المنوى الذى يتكون فى الذكر ، والبويضة التى تتكون فى الأنثى يحــويان كل العــوامل الوراثية التى ستنتقل الى الأبنـــاء من الآباء • وتتركز تلك العوامل الوراثية فى نواة الخليـــة التناسـلية حيث تحملها أجزاء معينة من النواة تعرف بالكروموسومات ، وهى جسيمات صغيرة ، يمكن رؤيتها تحت الميكرسكوب •

وتحتوى كل خلية من خلايا جسم الانسان على ٢٤ زوجا من الكروموسومات فيما عدا الخلايا التناسلية (أى البيضة والحيــوان المنوى) التى ينتجهـا الفــرد الـكامل النمـو ، فهى تحوى ٢٤ كروموسوما فقط ، وعند اتحاد الحيوان المنوى مع البويضــة لتكوين الخليــة الملقحة أو الزيجوت تتكون خلية تحوى ٤٨ كروموسوما أو ٢٤ زوجا من الكروموسومات • ولهذا فان الفرد من الجيل الجـديد يتكون من خــلايا لا تختلف عــدد كروموسوماتها عن عددها فى خلايا الأبوين أى على ٤٨ كروموسوما •

ويوجد على الكروموسومات آلاف من العوامل المحددة لصــفات الجسم والتى تعرف بالجينات • وكل جين عبارة عن جزىء معقد التركيب قادر على التأثير فى نمو الكائن الحى وفى وظائفه ، وليس المجال هنا مناسبا لمناقشة طريقــة تأدية الجينات لوظائفها ولا الأسس الوراثية عموما •

ولكن على كل حال علينا أن نفهم أن صفات الفرد يحددها مجموعة من الجينات انتقلت اليه من الأبوين كما تؤثر فيها (فى تلك الصفات) البيئة التى ينشأ فيها الفرد.فالوراثة والبيئة مشتركتان معا فى تشكيل الفرد •

الصحة والمرض

الصحة تاج على رؤوس الأصحاء لا يراه الا المرضى • والواقع فعلا أن كثــيرا من النـــاس لا يذكرون الصحة الا عندما يفتقدونها ـ أى عندما يصابون بالمرض ـ فالبعض يعتبر أن الصحة هى خلو الجسم من المرض ، وعلى العكس فالصحة يجب أن ننظر اليها نظرة ايجابية ، انها الحالة الطبيعية العادية للجسم حيث تقوم جميـــع أجزاء الجسم بوظيفتها متعاونة معا على أكمل وجه • ان الحكمة اليونانيــة القديمــة : « العقل السليم فى الجسم السليم » مازالت تعتبر تعريفا مقبولا للصحة •

ان جســم الانســـان مزود بخطوط دفاع طبيعية تحميه من الاصابة بالمرض ؛ فالجلد الذى يغطى جميع أجزاء الجسم هــو أول تلك الخطوط الدفاعية ، واذا كان الجلد سليما فانه يعمل كجدار واق من الأمراض ، ويقع تحت الجلد مباشرة طبقة من نسيج دهنى يعمل كمادة عازلة تحفظ حرارة الجسم ، وتعمل طبقة الدهن أيضا كوسادة لينة تبطن الطبقة الداخلية للجلد فتقى الجسم أضرار الصــدمات ، وقد تحدثنا قبـلا عن جيش الجسم

الدائم الاستعداد ـ كرات الدم البيضاء ـ ويحمل الدم أيضا وسائل الدفاع الكيموية ؛ فالبلازما تحوى مجموعة من المواد الكيموية المضادة للميكروبات تهاجم الميكروبات وتقاوم تأثير سمومها ٠

وينشأ المرض من أسباب متعددة ، فقد يحدث المرض نتيجة سوء التغذية ٠ ومن الأمراض التى يسببها نقص التغذية الاسقربوط والكساح ، وقد يحدث المرض نتيجة خلل فى أحد أعضاء الجسم ٠ ومن أمثلة هذه الحالات مرض السكر الذى ينشأ نتيجة خلل فى جزر لانجرهان فى البنكرياس يضعف من افراز الأنسولين ، وبالتالى لا يحترق السكر تماما فى الأنسجة ٠

الأمراض التى تسببها الجراثيم : ربما كانت أكثر الأمراض انتشارا هى تلك التى تسببها كائنات حية دقيقة تهاجم الجسم نعرفها باسم الميكروبات ، وهى كائنات ميكروسكوبية دقيقة وحيدة الخلية ٠ وهذه الكائنات قد تكون نباتية أو حيوانية ، فالبكتريا من الكائنات النباتية التى تهاجم الجسم وتسبب أمراضا متعددة منها : السل ، والدفتريا ، والحمى القرمزية ، والتهاب الغشاء السحائى ، والحمى التيفودية ، وأحد أنواع النيومونيا (التهاب الرئة) ٠ أما الكائنات الحيوانية التى تصيب الانسان فيعرف بعضها بالبروتوزوا ، وأهم أنواع الأمراض التى تسببها الملاريا ٠ وتحدث الاصابة بواسطة البعوضة التى تحقن الجسم بالميكروب ومن أنواع البروتوزوا الأخرى الاميبا التى تسبب مرض الدوسنطاريا الأميبية وتنتشر فى المناطق الحارة ٠ وهناك مجموعة ثالثة من الكائنات المسببة للأمراض هى الفيروس ٠ والفيروس عبارة عن كائنات متناهية فى الدقة لها خواص الجماد والأجسام الحية ٠ ومن الأمراض التى تسببها هذه المجموعة الجدرى والحصبة وشلل الأطفال والحمى الصفراء والانفلونزا ٠

كيف تهاجم الجراثيم الجسم : لابد لنا كى نتقى الأمراض أن نفهم كيفية انتشار الميكروبات، فبعضها يدخل الجسم مع الهواء الذى نتنفسه وبخاصة اذا كنا قريبين من شخص مريض ٠ ومن أمثلة الأمراض التى تنتشر بهذه الطريقة : الحصبة، والدفتريا ، والحمى القرمزية ، والسعال الديكى ، والبرد العادى ، والجدرى ٠ وهناك من الميكروبات مايدخل الجسم مع الطعام الذى نأكله ، أو الماء الذى نشربه ، مثل الحمى التيفودية ، والدوسنطاريا الأميبية ٠ وهناك من الميكروبات مايدخل الجسم عن طريق الجروح مثل الميكروبات التى تسبب الدمامل ، وأمراض الجلد ٠ وفى بعض الحالات يدخل الميكروب عن طريق حشرة حاملة للمرض تحقن الميكروبات فى الجلد كما فى حالة الملاريا ، أو كما فى حالة الحمى الصفراء حيث ينتقل الفيروس المسبب له بواسطة البعوض ٠ وهناك أيضا مرض الكلب الذى ينتقل الى الانسان اذا عضه كلب مصاب حيث يكون لعابه ملوثا بفيروس المرض ٠

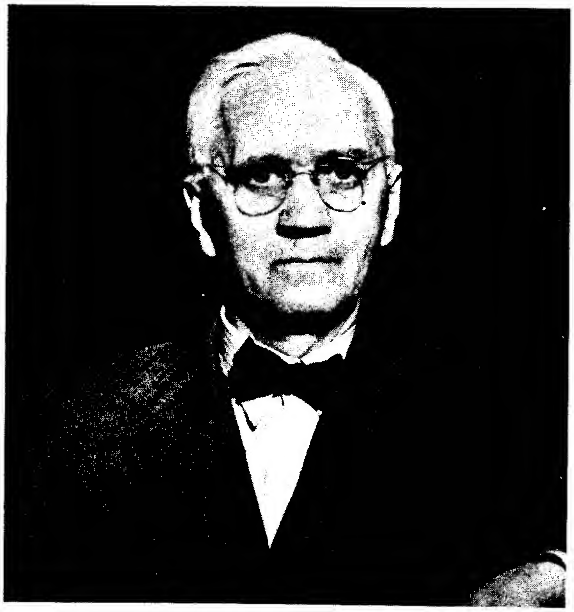


ينمو فى هذا الطبق أربع مزارع من الفطر ٠ ويقوم العلماء بزراعة آلاف من أنواع الفطر بحثا عن فطر جديد يمكن استخدامه كمضاد حيوى ٠

استعمال اللقاح فى الوقاية ضد الأمراض : منذ أمد طويل والانسان يكافح فى سبيل اكتشاف المواد التى تساعد الجسم على مقاومة الأمراض ، وقد اهتدى الانسان الى تحقيق بعض أهدافه فى هذا الميدان خلال المائة والخمسين السنة الماضية ؛ ففى سنة ١٧٩٠ توصل الطبيب الانجليزى ادوارد ينر الى اكتشاف اكتساب الانسان للمناعة ضد الجدرى بعد اصابته بمرض شبيه بالجدرى هو جدرى البقر المعروف بأنه أقل خطورة من الجدرى. والآن أصبح التطعيم ضد الجدرى أمرا محتما فى معظم المجتمعات كوسيلة للوقاية من هذا المرض الخطير . ومضى قرن كامل قبل أن يكتشف الانسان لقاحا آخر مستقلا فى مقاومة الأمراض حينما توصل باستير الى تحضير لقاح مرض الكلب .

واللقاح عبارة عن ميكروبات ميتة أو فى حالة ضعف . فاذا حقن الجسم باللقاح أو لوث به خدش فى الجلد بدأ الدم فورا فى تكوين المواد الكيموية التى يستخدمها فى مهاجمة أنواع الميكروبات التى يحويها اللقاح . أى ان الدم ينتج المواد المضادة للميكروبات الضعيفة أو الميتة . وتبقى هذه المواد فى الدم لعدة سنوات مستعدة لمقاومة أى ميكروبات حية من نوع ميكروبات اللقاح عند مهاجمتها للجسم . ويستخدم اللقاح ضد الحمى التيفودية والجدرى ومرض الكلب والسعال الديكى والحمى الصفراء . ومن أحدث الانتصارات التى حققها الانسان فى هذا الميدان تحضير اللقاح المضاد لشلل الأطفال ، والذى توصل اليه الدكتور جوناس سولك . وحتى كتابة هذه السطور يبدو أن هناك انخفاضا ملحوظا فى اصابات شلل الأطفال وما يتبعها من شلل ووفيات .

الأمصال : وفى بعض الأحيان نستعمل المواد المضادة للأمراض التى تكونت فى جسم أحد الحيوانات لاكساب جسم الانسان المناعة المطلوبة. ويؤخذ الدم من مثل هذا الحيوان ويجهز لحقن الانسان ، ويعرف عندئذ بالمصل . وتستخدم



سير الكساندر فلمنج مكتشف مفعول البنسلين ضد البكتريا عام ١٩٢٧ وقد منح جائزة نوبل نتيجة لذلك .

الأمصال ضد الدفتريا والتيتانوس . الا أن المناعة المكتسبة فى حالة استعمال الأمصال مناعة مؤقتة .

العقاقير المضادة للأمراض : منذ آلاف السنين والانسان فى بحث دائم عن العقاقير التى يحارب بها المرض . ونحن ندين لرجال بعض القبائل البدائية فى اكتشاف مادة الكنين المستعملة لعلاج الملاريا والتى تحضر من قلب شجرة الكينوتا . وقد أمكن تحضير كثير من العقاقير من بعض النباتات . ولكن لم يحقق الانسان نجاحا ملحوظا حتى عام ١٩٣٢ عندما اكتشف عقارا يمكن استعماله فى ابادة عدة أنواع من البكتريا . هذا العقار هو السلفانيلاميد . ومنذ ذلك الوقت تمكن العلماء من تحضير كثير من عقاقير عائلة السلفا ، واستخدمت فى مقاومة عدد كبير من أنواع البكتريا . ويكفى دلالة على عظم الفائدة التى جناها الانسان من هذا الكشف أنه بين سنة ١٩٣٦ وسنة ١٩٤٠ انخفضت وفيات مرض النيومونيا بنسبة ٥٠٪ نتيجة استعمال مركبات السلفا .

المضادات الحيوية : فى سنة ١٩٢٧ لاحظ العالم الانجليزى الكساندر فلمنج تغيرا غير عادى على مزارع البكتريا التى كان قد تركها مدة طويلة

تلوثت خلالها ببعض أنواع العفن • ولدهشته وجد أنه فى الوقت الذى كان العفن مستمرا فى نموه كانت مستعمرة البكتريا فى طريقها الى التلاشى ، وكانت هذه الملاحظة العابرة فاتحة عصر ذهبى فى الطب الحديث • فالمضادات الحيوية عبارة عن مادة تنتجها كائنات حية أخرى ولها القدرة على قتل أو وقف نمو الميكروبات • ففى مزرعة فلمنج أمكن للعفن أن يقضى على البكتريا تماما ، وسميت هذه المادة « بالبنسلين » نسبة الى نوع العفن بينسيليم • ومما لا شك فيه أن وجود البنسلين خلال الحرب العالمية الثانية قد تسبب فى خفض نسبة الوفيات ، وقد منح الدكتور فلمنج جائزة نوبل للعلوم مكافأة له على هذا العمل الجليل ، ومنذ ذلك الوقت توصل العلماء الى تحضير عدد كبير من المضادات الحيوية من أنواع مختلفة من العفن ، واستعملت بنجاح ضد أمراض متعددة •

السرطان : لن نختم هذا الفصل دون الاشارة الى هذا المرض الخبيث ؛ لقد عرف هذا المرض من العصور القديمة ، ولكنه لم يصبح مشكلة صحية خطيرة فى الولايات المتحدة الا خلال القرن الحالى ؛ فهو يعتبر من حيث كونه أحد مسببات الوفاة ، الثانى فى الترتيب • والسبب يرجع الى أن متوسط الأعمار قد ارتفع فى الولايات المتحدة مما يتيح الفرصة للاصابة بهذا المرض الذى يصيب الكهول وكبار السن • والسرطان عبارة عن نمو غير طبيعى فى الخلايا • فلأسباب غير معروفة حتى الآن تخرج الخلايا عن طبيعتها ، وتنقسم بدون ضابط ، وتطغى على الخلايا المحيطة بها ، وتستولى على غذائها وتبيدها • ويصبح الخطر أكثر جسامة عندما تنطلق الخلايا من نموها الأصلى ، وتتحرك فى الجسم لتكون مستعمرة جديدة فى مكان آخر • ولهذا نحاول فى مقاومة المرض استئصال الأورام قبل أن تنتشر وتبدأ فى تكوين مستعمرات جديدة • ولهذا السبب فان معظم أنواع السرطان يمكن القضاء عليها اذا اكتشفت وعولجت فى مراحلها الأولى • ولهذا لابد أن نعرض أنفسنا على الطبيب مباشرة اذا شعرنا بالأعراض المحتملة الآتية للسرطان :

١ ــ قرحة مزمنة •

٢ ــ ورم أو تضخم فى الثدى أو أى مكان آخر .

٣ ــ نزيف أو اجهاض غير عادى •

٤ ــ تغير فى بثرة جلدية أو شامة •

٥ ــ سوء هضم مستمر أو صعوبة فى البلع •

٦ ــ بحة مزمنة فى الصوت أو سعال مستمر •

٧ ــ تغير مستمر فى نظام التبرز أو التبول •

ولا شك أن عمل كشف طبى دورى يفيد فى اكتشاف أعراض السرطان فى وقت مبكر •

ولكن كيف يمكن مقاومة السرطان بعد تشخيصه ؟ الواقع أنه حتى الآن لا يوجد الا طريقة الجراحة ؛ فالورم يجب أن يزال تماما دون ترك خلية واحدة من الخلايا المصابة ، وهناك طريقة ثانية هى هدم الخلايا بتعريض الورم الى أشعة اكس أو أشعة الراديوم أو غيره من المواد المشعة • ولحسن الحظ فان قابلية الخلايا المصابة للتحطيم بالاشعاعات أكثر من الخلايا السليمة • ومن الوسائل الحديثة استعمال النظائر المشعة (انظر الباب ١٩ آ) • وعلى كل فان العلماء يأملون يوما ما فى الكشف عن السبب الحقيقى أو الأسباب الكامنة وراء هذا المرض والوصول الى وسيلة للوقاية منه •

الصحة والمجتمع : عرف المجتمع على مر الزمن أن هناك من المشكلات الصحية مايمكن حله عن طريق سن قوانين خاصة ؛ فاليوم لكل بلد قوانينه المتصلة بالصحة ومنها : التطعيم الاجبارى كشرط للقبول فى المدارس مثلا ، الحجر الصحى فى حالة انتشار بعض الأمراض المعدية ، قوانين الترخيص بمزاولة المهن الطبية ، التعليمات والشروط الصحية ، وغير ذلك • ويعتمد المجتمع أيضا على التعليم ليحسن صحة أفراده ، فان من

أهم أهداف التعليم تحقيق الكفاية الصحية وسلامة البدن • فاننا اذا نجحنا فى تدريس الصحة وتنمية المهارات والاتجاهات والعادات الصحية فاننا نكون قد حققنا الفرصة لكل فرد أن يحيا حياة صحية سعيدة ، وبالتالى للمجتمع عامة •

وفيما يلى حصر لبعض التعميمات التى أمكن الوصول اليها فى هذا الفصل :

- للانسان وسائله المتعددة فى دراسة جسمه •
- الوحدة البنائية فى تركيب الجسم هى الخلية •
- المادة الحية فى جميع الخلايا هى البروتوبلازم •
- الأنسجة عبارة عن مجموعة متشابهة من الخلايا تتعاون على تأدية وظيفتها •
- المجموعة المختلفة من الأنسجة تكون عضوا من أعضاء الجسم يقوم باحدى وظائفه الرئيسية •
- تحتاج أجسامنا الى الطعام للنمو ولتعويض التلف ولتوليد الطاقة لمساعدة الجسم على تأدية وظائفه •
- عملية الهضم تحول الطعام الى صورة يستطيع الجسم امتصاصها والاستفادة منها •
- تحتاج عملية احتراق الغذاء فى الجسم الى رصيد مستمر من الأوكسجين •
- يقوم الجهاز التنفسى بتزويد الجسم بالأوكسجين وتخليصه من ثانى أكسيد الكربون •
- تنقل المواد المختلفة داخل الجسم وتوزع على أنسجته بواسطة الجهاز الدورى •
- يجرى الدم فى دائرة مغلقة من الأوعية الدموية ويعمل القلب كمضخة تدفع الدم فيها •
- يتخلص الجسم من الفضلات السائلة والغازية عن طريق الجلد والكليتين والرئتين •
- النمو يحدث نتيجة انقسام الخلايا •
- تزود العضلات الجسم بالقوة المحركة •
- يخضع الجسم لسيطرة مشتركة من الجهاز العصبى والغدد الصماء •
- تحمل الجينات التى توجد فى نواة الخلية. الصفات الوراثية للفرد •
- الوراثة والبيئة تعملان معا على تكوين شخصية الفرد •
- الالتزام المعقول بالقواعد الصحية له أثر بعيد فى حفظ الجسم فى صحة جيدة.
- الاكتشافات الصحية كان لها أكبر الأثر فى اطالة عمر الانسان •
- توصل الانسان الى أسلحة قوية يستخدمها فى محاربة المرض •
- التعليم عامل أساسى فى تحقيق صحة المجتمع •

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ استعن ببعض كتب الاسعافات الأولية أو كتب الصحة فى معرفة وسائل اسعاف الجروح البسيطة •

٢ ـ افحص عظام وعضلات وأوتار وأجزاء أخرى من جسم الحيوان عند القصاب لتفهم تركيب الجسم وبعض وظائفه ٠

٣ ـ ادرس التركيب البنائى للجسم بفحص عينات من خلايا الدم ولبكتريا وقطاعات الأنسجة المختلفة تحت الميكروسكوب ٠

٤ ـ قم بمسح ودراسة البيئة المحلية لحصر الأمراض التى انتشرت فيها خلال العامين الماضيين ، حاول الوصول الى معرفة كيف انتشرت وكيف تمكنت السلطات الصحية من التحكم فيها ٠

٥ ـ قم بزيارة معمل بحوث حيث تجرى بعض تجارب التغذية وغيرها وادرس الوسائل المستعملة فى البحث بقدر امكانك ٠

٦ ـ سجل حرارة جسمك والنبض وسرعة التنفس ٠ قم ببعض التمارين الرياضية ولاحظ التغير فى سرعة النبض والتنفس ٠



الفصل الرابع عشر

تدريس «جسم الإنسان وكيف يؤدى وظائفه»

يكون برنامج التربية الصحية والخبرات العلمية معا ركنا أساسيا فى منهج المدرسة الابتدائية الحديثة . فمنهج العلوم الذى يصمم وينفذ بعناية ودقة يساعد التلاميذ على فهم وادراك لأسباب التى تحتم علينا اكتساب أو ممارسة عادة أو خبرة أو مهارة صحية معينة . ولما كانت تطبيقات مناهج وطرق تدريس العلوم تختلف من مكان الى آخر ، فمن المحتمل جدا أن يجد القارىء تشابها بين المحتويات والمناشط التى يتناولها هذا الفصل ، وبين مناهج الصحة المطبقة فى مدارسنا . وعلى كل فمن الأفضل دائما أن تدمج مادتا العلوم والصحة معا ، أو على الأقل يراعى ذلك عند وضع خططهما حتى نتجنب التداخل والتكرار ونضمن الترابط بينهما وخدمة كل منهما للآخر ، وحتى تتوافر للأطفال خبرات ذات معنى .

ولا تحتاج دراسة جسم الانسان الى كثير من التجارب كما تحتاج بعض المواد الأخرى ، ولكنها تتضمن خبرات متعددة تحتاج الى الملاحظة الدقيقة والفحص والبحث والتدريب ، مما يتيح لنا الفرصة للاستعانة بخبرة ممرضة المدرسة اذا وجدت ، أو أفراد الهيئات الصحية المحلية كالأطباء ورجال الصحة وأطباء الأسنان وغيرهم ، وجميعهم يهتمون بالمشكلات الصحية بالمدرسة ويمكنهم أن يسهموا بالمعلومات والمقترحات . ويستطيع المدرس الاستعانة بخبرة مدرسات التدبير المنزلى بالمدارس الثانوية القريبة فى المشكلات المتعلقة بالطعام والتغذية .

والأطفال بطبيعتهم يتشوقون الى معرفة أجزاء أجسامهم وكيفية قيامها بوظائفها . وقد

نكون مخطئين فى عدم استغلال تلك الرغبة فى دراسة التركيب العام للجسم ووظائفه والعناية به.ولكننا نأمل أن تؤدى دراسة الأطفال لأجسامهم الى تنمية اتجاهات سليمة نحو أجسامهم فيدركون أن جسم الانسان آلة فائقة الروعة ، وان الطريقة التى يتم بها نمو أجسامهم طريقة طبيعية ، وان الهدف الرئيسى لنا هو أن نحفظ أجسامنا صحيحة ، وأن نعرف الكثير عنها حتى يمكننا ادراك قيمتها الحقيقية •

ويجب أن تدور محتويات المادة حول حل بعض المشكلات الصحية مثل : كيف أحافظ على صحة جسمى ؟ ، ما تأثير الجراثيم فى أجسامنا ؟ وكيف يتم انتشارها ؟ كيف تساعدنا حواسنا ؟ كيف نحفظ الطعام من التلف ؟ ، كيف تحافظ الادارات الصحية فى البيئة على صحتنا ؟ ماالذى نستطيع أن نفعله فى المنزل للوقاية من الحوادث ؟، كم يجب أن يكون وزنى ؟ •

وفيما يلى بعض المناشط التى يمكن أن يقوم بها الأطفال :

١ ـ جمع معلومات عن مصادر الطعام الذى نتناوله (مصدن حيوانى أو نباتى) •

٢ ـ معرفة كيف تساعدنا حواسنا على اكتشاف طبيعة ماحولنا عن طريق استخدام أعيننا وآذاننا وأنوفنا ••• الخ • وعلى الاجابة عن كثير من الأسئلة •

٣ ـ ملاحظة التغير الذى يطرأ علينا فى الوزن والطول مع مرور الزمن •

٤ ـ معرفة مكونات وجبة صحية كاملة فى الفطور والغداء والعشاء •

٥ ـ جمع الصور التى تبين الأنواع المختلفة من الأغذية وتقسيمها الى المجموعات التى يمكن أن توضح :

ـ اللحوم التى نأكلها •

ـ الخضراوات التى نأكلها •

ـ منتجات الحيوان التى نأكلها •

ـ الفواكه التى نأكلها •

ـ منتجات النبات التى نأكلها ••• الخ •

٦ ـ عمل رسومات وصور توضح العادات الصحية السليمة مثل : « حصولنا على حاجتنا من النوم » ، « الرياضة البدنية » ، « تناول الأطعمة الصحية » •

٧ ـ زيارة البقال والجزار لملاحظة الأطعمة المختلفة ومناقشة مثل هذه المشكلات : أين تنتج الأطعمة ؟ ، كيف نحافظ عليها من التلف ؟ ماالذى يجب أن نفعله قبل تناول كل نوع منها ؟

دراسة ما يستطيع الجسم أن يقوم به

لتكوين اتجاه نحو تقدير الوظائف المعقدة المتعددة التى يستطيع الجسم القيام بها ، يمكن أن نطلب من الأطفال عمل قائمة تضم ٢٥ عملا من الأعمال التى قام بها جسم كل منهم منذ غادروا الفراش فى الصباح •

أمثلة ـ (مضغ الطعام ، جرى ، تنفس الهواء ، تذكر الأشياء ••• الخ) هذه القائمة يمكن أن تستخدم لمعرفة كم من هذه الأعمال التى تحويها القائمة قد فهمه الأطفال عند نهاية الدراسة بصورة أوضح مما كانوا يفهمونه عند بدايتها وعما اذا كانت هناك وسائل لمساعدة الجسم على القيام ببعض هذه الأعمال بصورة أفضل •

دراسة الأغذية

من السهل الحصول على معلومات عن أنواع المواد الغذائية ، وفى هذا المجال يمكن للمدرس أن يكلف الأطفال بما يأتى :

« أحضر الى الفصل قائمة بالمصادر التى يمكن الاستعانة بها فى الحصول على معلومات عن أنواع الأغذية وعن وظيفتها للجسم عندما نأكلها. فكر فى بعض الأماكن والكتب والمجلات والجرائد وبعض الأشخاص الذين يمكن الاستعانة بهم » .

وهناك من المصادر مايمكنه تزويدنا بالمطبوعات بدون مقابل مثل بعض الآباء والأمهات. فمثلا يمكننا أن نحصل منهم على بعض المطبوعات ، كما أن الكثير من المجلات والجرائد تحوى مقالات عن التغذية ، وبعض شركات المواد الغذائية تصدر مطبوعات عنها (انظر مصادر البحث فى آخر الفصل) . والواقع أن اهتمام الأطفال بجمع تلك المطبوعات لا يعطيهم معلومات فحسب ، ولكنه يدربهم على طرق البحث والتعرف على المصادر المختلفة .

وفى مطعم المدرسة مجال لتعلم الأطفال الكثير عن الأغذية بصورة عملية ويستطيع مفتش التغذية أو الطبيب أن يشرح للأطفال عملية اختيار وتكوين الوجبة الغذائية المتوازنة .

ويستطيع المدرس وضع خطة لجمع مجموعة من المطبوعات عن أنواع الطعام لاستعمال الأطفال. ولابد أن يفحصها المدرس قبل وضعها فى أيدى التلاميذ للتأكد من صحة محتوياتها ، وبخاصة اذا كان بينها مطبوعات من اصدار الشركات المنتجة للأطعمة بشكل اعلانات . ومن المهم أن يدرك الأطفال أنه ليس هناك نوع واحد من الأغذية يمكن أن يعتبر كاملا تماما ومؤديا الى اكتمال الصحة .

وبمناسبة دراسة التغذية لابد أن نأخذ فى اعتبارنا مايذيعه الراديو من اعلانات عن الأطعمة ؛ فمثلا قد تذاع دعاية مبالغ فيها عما يحتويه أحد أصناف الخبز من فيتامينات ، هذه المسألة يمكن أن تكون موضع مناقشة ، فان مجرد الاعتماد على صنف معين من الخبز لا يعنى اطلاقا اكتمال صحة الفرد . ان الخبز لا يزيد على كونه واحدا من الأغذية المهمة ، ويجب أن يدرك الأطفال أن مجرد قيام أحد نجوم السينما أو المسرح أو الرياضة ، بالاعلان عن أحد أصناف الأغذية لا يعنى أننا نكتفى بهذا الصنف ونتجاهل غيره من الأطعمة . وربما كان مناسبا هنا أن يقوم الأطفال بجمع عدد من هذه الاعلانات وتحليلها ومناقشة محتوياتها ليدركوا مافى بعضها من دعاية لا تتفق مع الحقائق العلمية . ولابد أن يدرب الأطفال على تقويم الاعلان على أساس من التفكير العلمى السليم . ولا شك أن فى تدريس العلوم فرصة مناسبة لهذا التدريب . بديهى أن الأطفال لا يمكن أن يقوموا باختيار هذه الأغذية جميعها بالوسائل العلمية ، ولكن يكفى أن يقتنعوا أن صنفا واحدا من الطعام لا يمكن أن يكون هو أحسن الأصناف اطلاقا ، وأن الدعاية يمكن أن تكون غير حقيقية ليصبحوا حريصين على تفسير محتوى الاعلانات بحذر . وينطبق هذا الاتجاه بطبيعة الحال على الاعلان عن العقاقير الطبية وغيرها .

وقد يكون فى تصميم مأكولات لرحلة أو حفلة فرصة ثمينة يتعلم فيها الأطفال الكثير عن الأغذية وتكوين الوجبة الغذائية المتوازنة .وكذلك تخطيط وجبة غذائية مدرسية واعدادها وتقديمها للتلاميذ . وفى اختيار واعداد الطعام تطبيق لكثير من المعلومات التى تعلمها التلاميذ (ويرتبط بدراسة الأغذية وكيفية تزويدها للجسم باحتياجاته عملية مناقشة الأطفال فى مدى سلامة عادة بيع الحلوى والمشروبات الغازية للتلاميذ فى الجمعية التعاونية بالمدرسة) .

دراسة الأسنان

يمكن انتهاز فرص الكشف الطبى الدورى على أسنان التلاميذ لدعوة طبيب الأسنان لكى يحدثهم عن العناية بالأسنان ، وفى مثل هذه المناقشة فائدة كبيرة للتلاميذ . لأنها تكون مع متخصص فى هذا الموضوع . ويستطيع الأطفال الذين يعالجون أسنانهم أن ينتهزوا فرصة زيارتهم

للطبيب كى يسألوه عن أسباب تسوس الأسنان والآلام التى تنشأ عنها ، وغالبا مايكون عند طبيب الأسنان لوحات توضح تركيب الأسنان والعناية بها ، ودائما يكون لديهم أحدث المعلومات عن الاكتشافات الحديثة للوقاية من تسوس الأسنان (مثل استعمال الفلورين) . وكما أشرنا قبلا يمكن الحصول على أعظم الفوائد اذا أعدت قائمة سلفا بالأسئلة التى يراد الاجابة عنها وأعطيت للطبيب حتى يمكن أن يستفاد من زيارته للمدرسة لمقابلة التلاميذ ومناقشتهم .

دراسة الأمراض : يستطيع التلاميذ الذين دربوا على اجادة البحث والقراءة وجمع المعلومات أن يحتفظوا بقائمة تسجل فيها الأمراض التى أصيب بها أطفال الفصل خلال شهر أو شهرين ، ويمكنهم جمع المعلومات الآتية عن كل مرض من الأمراض :

١ ـ ماالذى يسبب المرض ؟

٢ ـ ماأثر هذا المرض فى الجسم ؟

٣ ـ كيف يحارب الجسم هذا المرض ؟

٤ ـ ماالذى يمكن عمله لمساعدة الجسم على مقاومة هذا المرض ؟

وكنتيجة لهذه الدراسة يمكن للتلاميذ اعداد مجموعة من القواعد الصحية . وبوسع كل تلميذ أن يحتفظ لنفسه بصورة من هذه القائمة ليعرف الى أى مدى اتبع هو نفسه هذه القواعد الصحية ، (يمكن أن تضم هذه القائمة قواعد عن الراحة والرياضة والأكل ... الخ) . كذلك يمكن عمل قائمة بالقواعد التى يجب أن يراعيها التلميذ عند اصابته بالبرد حتى يمكن تلافى انتشار هذا المرض . وحبذا لو فكروا فى طريقة لتعريف باقى تلاميذ المدرسة بمحتويات هذه القائمة كأن يقوموا بعرضها على ملصقات توضح بعض هذه القواعد . مثل « غط فمك عندما تسعل » أو « احتفظ دائما معك بمنديل نظيف » .. الخ .

ويحسن أن يكون التلاميذ دائما على صلة بالجرائد والمجلات للاطلاع على كل جديد فى الاجراءات الصحية ، والجديد فى العقاقير الطبية ، والاكتشافات الجديدة فى الطب ، ولابد أن ينبهوا الى التأكد من مدى صحة المعلومات التى يقرءونها حتى لا يكونوا آراء غير سليمة . ولابد أن يهتموا بدلالة مثل هذه العبارات فى قراءاتهم .

« يعتقد بعض العلماء » ، « والأدلة حتى الآن ليست قاطعة » ، « يحتاج الأمر الى مزيد من البحث » ... الخ .

التدريب على السلوك الصحى السليم فى المنزل والمدرسة والمجتمع : بازدياد معلومات التلاميذ عن جسم الانسان والاحتياطات اللازمة لحفظه سليما يمكنهم أن يبدأوا فى التعرف بأنفسهم على العادات الصحية السليمة وكيف يمكنهم تحسين سلوكهم وعاداتهم الصحية . وهذا النوع من النشاط يمكن أن يتم عن طريق تكوين ثلاث لجان أو أكثر ينتخب كل منها رئيسا من الطلبة ، تتاح له فرصة القيام بقيادة مجموعته . ويمكن لهذه اللجان أن تقوم بمسح شامل لأنواع السلوك الصحى فى منازلهم، وفى المدرسة ، وفى البيئة .

ولبدء هذا النشاط قد يناقش المدرس التلاميذ فى طريقة القيام بمثل هذه الدراسة ، ثم يبدأ التلاميذ فى عمل قائمة بالأسئلة التى يريدون معرفة اجاباتها ومصادر جمع المعلومات للاجابة عنها ؛ فمثلا يمكنهم أن يبحثوا فى المنزل عن الوسائل المستخدمة لحفظ الأطعمة واعدادها لمنع ماقد ينجم عن تلوثها بالبكتريا ، وكيف يحتفظ بالمنزل نظيفا وماهى الاجراءات المتبعة للوقاية من الحوادث . وفى المدرسة يبحث الأطفال وسائل بقاء حنفيات الشرب فى حالة صحية ، وكيفية المحافظة على نظافة المبنى وماهى اجراءات السلطات الصحية لمنع انتشار الأمراض فى المدرسة . وفى



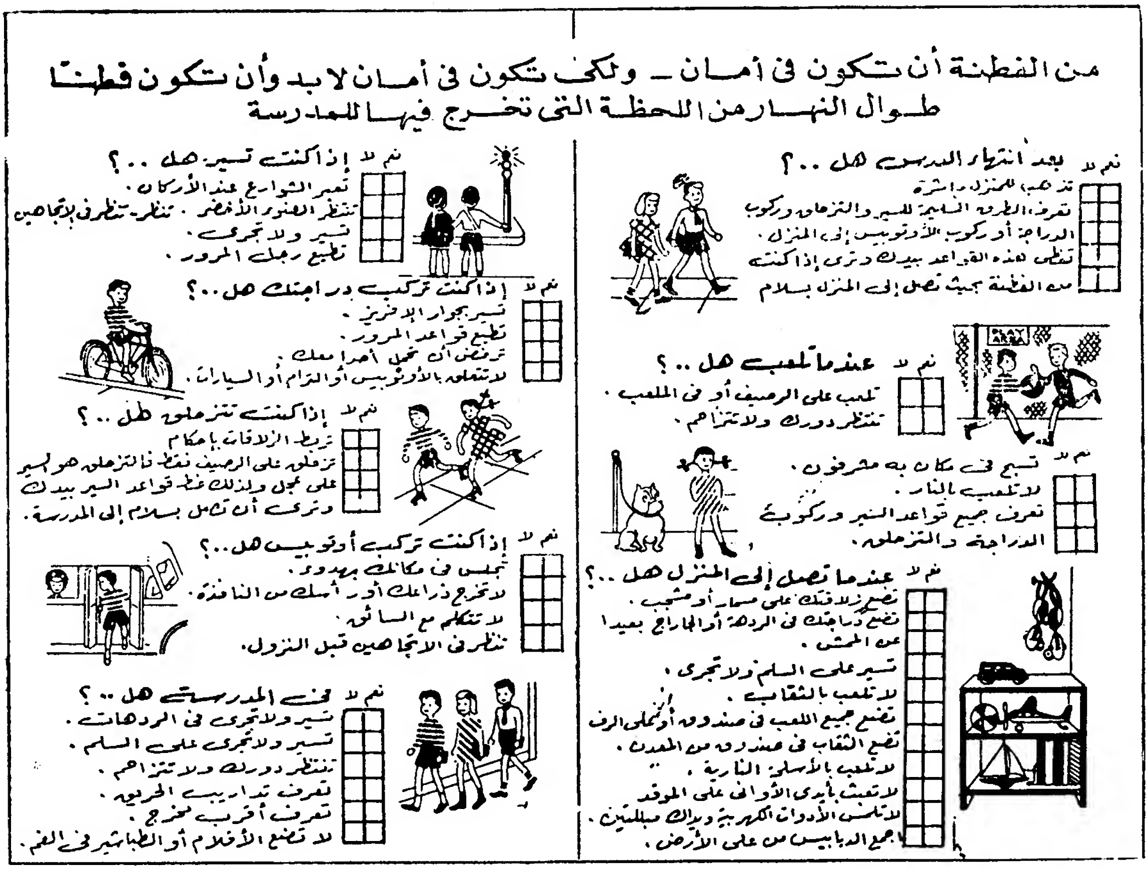
يبدأ التدريس الجيد للعلوم بمشكلة ، يمكن عن طريق دقة تخطيط التجارب وتنفيذها أن تدرس هذه الفتاة وسائل تنقية المياه • والتجربة عبارة عن مشروع جماعى تحمل التلاميذ خلالها مسئولية احضار المواد واجراء التجارب • وهنا التجربة قبل أن تقوم المجموعة مرة أخرى باجرائها أمام الفصل •

البيئة يمكنهم تعرف أعمال مكتب الصحة ، والاشتراطات الصحية الواجب اتباعها فى المطاعم ومخازن الأغذية والمبانى العامة ، وكيفية التخلص من القمامة والمجارى ، وكيفية تنقية المياه • ووسائل تنفيذ هذه الاشتراطات والاشراف عليها . وقد تدعو احدى هذه اللجان أحد المسئولين عن الصحة العامة فى المجتمع لزيارة المدرسة ومناقشة التلاميذ وشرح أعمال الهيئات الصحية ومسئولياتها • وهنا موضع آخر يتضح فيه التداخل بين العلوم والدراسات الاجتماعية • فأحسن المدرسين والمشرفين الناجحين فى عملهم يبدون اهتماما كبيرا بتعليم التلاميذ أصول الصحة وكيف يكونون عادات صحية سليمة ، وينمون مهاراتهم فى البحث وتنظيم المعلومات ، فاذا أمكن للتلاميذ تحقيق ذلك فلن يهم كثيرا اسم المادة التى تم خلالها تعليم هذه المهارات والعادات •

ولابد أن يتعرف التلاميذ سبب ووسائل التطعيم ضد الجدرى والدفتيريا وشلل الأطفال وغيرها من الأمراض • وهو اجراء كثيرا مايتم فى المدرسة تحت اشراف السلطات الطبية • وعند اجراء اختبارات للكشف عن السل أو غير ذلك فقد يسأل التلاميذ عن مغزى تلك الاجراءات • هذه كلها أمثلة لما يمكن أن نسميه « الخبرة وليدة المصادفة » والتى قد تؤدى الى نتائج تعليمية هامة ودراسة مباشرة للمشكلات الصحية • كذلك تفيد زيارة معمل ألبان أو مصنع أغذية أو مأكولات محفوظة فى تزويد التلاميذ بمعلومات عملية قيمة عن الاجراءات والعادات والسلوك الصحى فيما يتعلق بتداول الأطعمة •

التربية للأمان ومنع الحوادث : هناك الكثير من المطبوعات المفيدة التى أعدت لتعليم التلاميذ طرق منع الحوادث ، ان مناشط الشرطة المدرسية قد تكون محورا عاما لدراسة الوقاية من الحوادث. ففى حصة العلوم يمكن أن يقوم أفراد الشرطة المدرسية بشرح طبيعة أعمالهم وواجباتهم فى هذا الصدد ، وأن يبينوا أهمية مساهمة الجميع وتعاونهم •

وقد يدرس التلاميذ استعمال بعضهم للدراجة فى انتقالاتهم ، ويمكن بمساعدة الشرطة المدرسية الوصول الى بعض قواعد الأمان فى استعمال الدراجة • كما يمكن بمساعدة بعض المسئولين فى المدرسة عمل قائمة بمقترحات لمنع الحوادث داخل المبنى المدرسى • ومدرس الصحة ومدرب التربية الرياضية يمكنهما المساعدة فى اعداد قائمة أخرى بأساليب الوقاية من الحوادث



فى ملعب المدرسة • ولابد من اتاحة الفرصة للتلاميذ للمبادأة بتقديم هذه المقترحات • وعلى سبيل المثال يمكن أن تبنى هذه المقترحات على أساس الحوادث التى وقعت فى الملعب وكيف كان وقوعها ، ويمكنهم البحث عن الأماكن التى قد تكون سببا فى وقوع الحوادث وتقديم مقترحات بشأن الوقاية من أخطارها أو اصلاحها • وهناك سوابق متعددة تدل على مدى فاعلية مثل هذه المناشط التى يقوم بها التلاميذ ، فهم قادرون على حل الكثير من مشكلات الأمان ضد الحوادث اذا أعطيت لهم الفرصة ، انهم لا يحتاجون الا الى شىء من التوجيه •

ويجب ألا يفهم من هذه المناقشة أن هذه المقترحات فيها الكفاية لضمان عدم حدوث الحوادث فى المنزل والمدرسة والبيئة • ان العلوم يجب أن تساعد التلاميذ على ادراك أهمية التربية للأمان وبعض مبادئها ، ان التربية للأمان يجب أن تتناولها المدرسة فى شتى ألوان نشاطها وأن تكون جزءا أساسيا من المنهج المدرسى • وليس معنى هذا أن يجعل منها مادة دراسية من مواد المنهج ، ولكنها يجب أن تكون خبرة عملية سهلة الفهم ، ويجب أن نبدأ بها مع الأطفال الصغار وتستمر معهم طوال حياتهم الدراسية •

مصادر لبحثها

١ – الأطباء المحليون وأطباء الأسنان والممرضات للحصول على معلومات عن جسم الانسان والصحة •

٢ – شركات التأمين للحصول على كتيبات ولوحات وغيرها من مصادر البحث الصحى والطبى •

٣ – أسواق اللحوم للحصول على عظام الحيوانات لدراسة تركيبها •

٤ ـ جمعية الهلال الأحمر للحصول على معلومات ومطبوعات متصلة بالصحة .

٥ ـ بعض شركات ومصانع المواد الغذائية للحصول على معلومات عن تركيب وحفظ وتداول الأغذية وقيمتها الغذائية ووقايتها من الفساد .

٦ ـ مدرس الأحياء فى المدرسة الثانوية لمشاهدة تركيب الدم تحت الميكروسكوب وغير ذلك .

٧ ـ مكاتب الصحة والمؤسسات والهيئات الصحية الأهلية والحكومية لمناقشة الاشتراطات والقواعد الصحية ، وللحصول على معلومات عن انتشار الأمراض وأعراض الأمراض التى تصيب الأطفال .

٨ ـ جمعية الوقاية من الحوادث .

٩ ـ المتاحف المحلية المحتوية على نماذج لجسم الانسان ، والميكروبات والحشرات الناقلة لها وأعراض بعض الأمراض (المتحف الصحى والمتحف الزراعى ، ومتحف البلهارسيا) .



الفصل الخامس عشر

المحافظة على المصادر الطبيعية

أهداف المحافظة على المصادر الطبيعية

ان هدف المحافظة على المصادر الطبيعية ، هو المحافظة على كنوز الأرض التى وهبها الله لنا . ولقد عرفها العالم الأمريكى وليم دين هويلز قائلا : « ان عظمة الشعب ليست فى قدرته على استخراج الفحم من المناجم أو قطع الأخشاب من الغابات ليمد الخطوط الحديدية ، ولكن فى حرصه على تعلم أساليب الانتاج والبناء دون أن يهدم دعائم الحياة المستقبلة » .

ان المحافظة على المصادر الطبيعية ليست مجرد عملية ادخار للمستقبل . ان البخلاء فقط هم الذين يكنزون المال لمجرد الرغبة فى الادخار ولا يتمتعون بما يدخرون . أما المحافظة على المصادر الطبيعية فتعنى الإستغلال الحكيم ، انها لا تعنى تحريم قطع الأشجار ولكنها تعنى عدم ابادة الغابات ، ان الأشجار يجب أن تقطع لاستعمال اخشابها ومنتجاتها ، ولكن اذا أزيلت بعض الأشجار وجب زرع أشجار غيرها لتحل محلها كلما أمكن . انها لا تعنى أن نترك الأرض بورا ، ولكنها تعنى حمايتها من التأكل وعدم انهاكها بالزراعة باستمرار . ان ترك الفحم والحديد فى الأرض لن يفيد أحدا ، ولكن المحافظة على هذا المصدر يعنى عدم الاسراف فى استعماله وحسن استغلاله . ومنابع المياه يجب أن تستغل ولكن لا يجوز الاسراف فى استهلاك الماء .

ان المحافظة التى نقصدها لا تعنى منع قطف الأزهار ولكنها تعنى أن قطعها يجب أن يكون بحكمة ولغرض مفيد . انها لا تعنى تحريم صيد الحيوانات البرية التى تمدنا باللحم والفراء والطيور التى تزودنا باللحم والريش ، والسمك الذى يمدنا باللحم والشحم ، فالحقيقة أن عدم صيدها وتركها تتكاثر سيؤدى الى موت بعضها من الجوع ، أو الى زيادتها بدرجة تصبح فيها خطرة على المحاصيل ، ولكن صيدها يجب أن يكون بحكمة دون ابادة .

العلاقات المتداخلة فيما بين الكائنات

ان فهم العلاقة المتبادلة والترابط واعتماد الكائنات بعضها على بعض هو مفتاح الفهم الصحيح لمبدأ المحافظة على مصادر الطبيعة ، ونقصد هنا علاقة الكائنات الحية بعضها ببعض وعلاقتها بالبيئة الطبيعية التى تعيش فيها ٠

خذ مثلا طعام الاسكيمو الذى يتكون من لحم كلب البحر والسمك والطيور وكل هذه الحيوانات تتغذى على السمك ، والسمك يتغذى بسمك أصغر ، والسمك الصغير يتغذى بدوره بنوع أصغر من الحيوانات البحرية الشبيهة بالجمبرى (كوبيبودس) ، وهذه الأخيرة تتغذى بنباتات دقيقة وحيدة الخلية تعيش فى البحر قرب السطح تسمى « دياتوم » ، والدياتوم عبارة عن نبات أخضر يحضر غذاءه بنفسه بطريقة التمثيل الضوئى (انظر الفصل ١١ أ) ٠ فكأننا اذن نستطيع أن نقول ان الاسكيمو يعيشون على الدياتوم ٠٠٠!

ان هذه سلسلة طويلة ، ومعنى استبعاد أى حلقة منها هو ابادة الاسكيمو أنفسهم ، فاذا قام الانسان بعمل مثل صب مواد كيموية فى البحر تؤدى الى ابادة الدياتوم فان هذا يعنى ابادة الاسكيمو من البيئة التى يعيشون فيها ٠

وهناك آلاف من هذه العلاقات المتداخلة فى الطبيعة ، وقبل أن نتخذ أى اجراء يؤدى الى ابادة حيوان أو نبات ، وقبل أن نعتزم حشد حيوانات أو نباتات من نوع ما فى مكان معين ، وقبل أن نشرع فى تجفيف مستنقع ، وقبل أن نصر على رش منطقة بأحد المبيدات الحشرية ، وقبل أن نفكر فى بناء سد ، لابد أن نسأل أنفسنا : ماهى النتائج التى تترتب على ذلك ؟ ماأثر هذا العمل فى سلسلة النباتات والحيوانات فى البيئة ؟ ان تغيير هذه السلسلة ربما يؤثر بالخير أو بالشر فى وجود الانسان نفسه ٠

دوام المصادر الطبيعية

المصادر الطبيعية المستديمة : ان المصادر الطبيعية على الأرض ثلاثة أنواع : مصادر دائمة ـ مصادر متجددة ـ مصادر غير متجددة ٠ فهناك مصادر ستظل لدينا دائما ، كالهواء وضوء الشمس والماء والصخور ، وكلها مصادر فريدة فعلا ٠٠ فمهما استهلك منها الانسان فانها ستظل متوافرة ، والماء أحد هذه المصادر ، فمادامت المحيطات تغطى سطح الأرض فسيظل لدينا رصيد كبير دائم من الماء ؛ فالماء يتصاعد من المحيط بشكل بخار يسقط فى نهاية المطاف بشكل مطر على الأرض ليروى الأرض الزراعية ، وليستخدم فى الصناعة وفى سد احتياجاتنا الخاصة ، وسقوط الماء من الشلالات يمكن أن يستخدم فى توليد القوة الكهربية ، ومع وفرة هذا المصدر فان الانسان يعانى من مشكلة توزيعه واستعماله كما سنعرف فى نهاية هذا الفصل ٠

وضوء الشمس هو مصدر جميع أنواع الطاقة فيما عدا الطاقة الذرية ، فقوة الماء تنتج عن تبخير حرارة الشمس للماء وارتفاعه الى الطبقات العليا والوقود المستخرج من الأرض كالبترول والفحم ماهو الا طاقة شمسية ، قام بتخزينها النبات فى العصور الغابرة ، ويستخدم الانسان الطاقة الشمسية المباشرة بواسطة الآلات الشمسية ، ويؤكد علماء الفلك أن الشمس ستظل تزود الأرض بالطاقة بضع بلايين أخرى من السنين ٠

المصادر المتجددة : أما المصادر المتجددة فهى التربة ، والنبات ، والحياة الحيوانية ، ومصادر الماء العذب ، وهى مصادر يمكن أن تستمر الى مالانهاية اذا استعملت بحكمة ٠ هذه هى المصادر التى يجب أن نوجه جهودنا للمحافظة عليها ، وهذه الأنواع من المصادر المتجددة يعتمد بعضها على بعض ؛ فالنباتات لن تنمو بدون ماء ، والحيوان يلعب دورا هاما فى دورة حياة كثير من النباتات ،





ربما أخفى حيوان مثل هـــذا السنجاب الرمادى بعض بذور الصنوبر وتركها ، ويرى تسع بادرات للصنوبر (لا تزال قشرة البذور عالقة بها) نتيجة لذلك ٠

ونذكر مثالا لذلك : ماتقوم به النحل لاتمام عملية التلقيح فى أزهار بعض النباتات ٠ وتقوم الغابات بتخزين الماء ووقف السيول الجارفة ، والنباتات عموما تعمل كغطاء واق للأرض من عوامل التعرية كالماء أو الهواء ٠ انها اذن سلسلة متصلة الحلقات، كما نرى ، ويكفى اضعاف حلقة واحدة منها حتى تصاب الحياة فى السلسلة جميعها بالشلل ٠

والانسان فى مركز يسمح له بالمحافظة على استمرار حياة هـذه السلسلة المتصلة الحلقات ٠ فالأراضى الزراعية قادرة على الاستمرار فى انتاج المحصـــولات السليمة كل عام اذا قام الانســان بالمحافظة على خصبها وزيادتها ٠ والغابات تحتاج الى عناية لضمان الحصول على انتـــاج مستمر من الخشب وبعض من الماء ولتوفير مكان ممتع للنزهة . والحياة البرية لحيوانات الصـيد وغيرها يجب أن نعطيها الفرصة لتجدد نفســها لكى تســتمر فى القيام بدورها فى خضم الحياة ٠

المصادر غير المتجددة : وهى التى لا تجـدد نفسها ويمكن أن تفنى ، وذلك مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى والمعادن وغيرها من المواد المعدنية. فعندما تحرق كتــلة من الفحم فقـد تلاشت الى الأبد ٠ والواقــع أن كـل أنواع الوقــود التى نستعملها فيما عدا الخشب من هذا النوع ٠ ومن أجل هذا السبب فان الدوائر الصناعية بدأت تعير مسألة نفاذ الرصـيد المخزن من الفحم والبترول اهتماما كبيرا ٠ وقد قدرت المدة الباقية لهذه المواد حتى تنفذ بمائة وخمسين عاما ٠ وكل مانستطيع عمله الآن هـــو الحرص التام وعدم الاسراف فى استعمالها ، والبحث عن مصادر جديدة للطاقة ٠

استهلاك التربة الزراعية

التربة الزراعية المنتجة هى أساس الوجود ، فكل طعامنا تقريبا والخيــوط التى نستخدمها فى النســيج فيما عدا مانحصــل عليـــه من البحر ، مصدره التربة ٠ وتزود التربة الحيوانات الأليفة والبرية جميعا بالغــذاء ٠ ويحدثنا التــاريخ عما حدث فى اليونان وايطاليـــا واسبانيا من مجاعة عندما حدث فقد كبير فى التربة الزراعية ٠ ومع هذا فان البعض لا يزال يعتقد أن هذا الذى حدث قديما لا يمكن أن يحدث الآن اعتمادا على التقدم العــلمى المعاصر وعلى ماتنتجه الأراضى الزراعية فى بعض الدول من كميات هائلة من المحصولات ، ففى أمريكا مثلا تواجه الحــكومة مشــكلة كبيرة بسبب زيادة المحصول مما اضطرها الى دفع أكثر



الخطوط الطوليـــة تعتبر ممرات طبيعية تحمـل الماء والتربة الغنية وتجرفهـا اذا نزل سيل مفاجىء ٠

من ســبعة بلايين دولار (ســبعة آلاف مليون) لتشترى المحصـــول الزائد عن حاجة الأهالى منعا لتأثر أسعار السوق ٠

وفى مثـل هذه الـدول التى تعانى حـاليا من زيادة محصـــول الأرض اذا تأملنا فى بعض الاحصائيات الحالية والمتوقعة فى المستقبل لهالنا الأمر ٠ ان التعداد الحالى لسكان الولايات المتحدة حوالى ١٨٠ مليون نســـمة وينتظر أن يصـــبح ٢٢٠ مليونا فى عام ١٩٧٥ ٠ والآن لدى الولايات المتحـدة ٤٧٨ مليون فدان من الأرض الزراعيـــة الجيدة ، ولكى يتعادل الانتاج مع الزيادة فى عدد الســـكان ، لابد من زيادة الأرض الزراعية بما لا يقل عن ١١٠ ملايين فدان ٠ واذا كانت هـــذه الزيادة مستحيلة ، فالأمر يتطلب اذن العمل على زيادة انتاج الأرض الزراعية الحالية لسد النقص ٠ والواقع أن العـــلوم والتكنولوجيا تعمل الآن فى هـــذا الطريق ٠ ولـــكن الزيادة فى تعداد السكان تسير بدرجة أسرع من الزيادة فى القوة الانتاجية ، وعلى هـــذا فالنقص واضح وستظل مشكلته فى زيادة كل عام ٠

تآكل التـــربة : لعلك لاحظت أن لون ماء النهر أيام الفيضان قد أصبح يميل الى البنى أو الأحمر ٠ ونفس هذا اللون يكتسبه ماء السيول بعد هطول مطر غزير ٠ ان هذا اللون راجع الى طبقات التربة السطحية التى تغطى الجبال والأراضى والتى حملها ماء المطر عنـــد اندفاعه بقوة والتى مصيرها الى البحر الذى يصب فيه ذلك النهر ٠ ولا شك أن فى هذا ضياعا وخسارة كبيرة ، لقـد حمل بهذه الطريقة ملايين الأطنان من الطمى الثمين الى البحر بواســـطة الأنهار الكبـــيرة مثل نهر المسيسيبى ونهر النيل وغيرهما من الأنهار ، وقد قدر مايحمله نهر المسيسبى من التربة الصالحة الى المحيط بحوالى ٤٠٠ مليون طن ٠

والمعروف أن الغابات والحشائش التى تغطى المساحات الواســعة من الأراضى والجبـال تقـوم بحماية التربة من التآكل ، ولكن الانسان يزيل هـــذه الغابات للحصـــول على الخشب ويحرث الأراضى المغطاة بالحشائش لزراعتها ٠ ان هـــذا ولا شك يســـاعد على تآكل التربة المعرضة لفعل الرياح أو الأمطار ٠

وهذا التآكل مستمر منـذ ملايين السنين ، فالتربة تتآكل من مكان وتنتقل الى مكان آخر ، ومادامت هناك رياح ومياه فلابد من حدوث هـــذا التآكل ، فهو شىء طبيعى وبطىء ، ولكن الانسان كثيرا مايتعجل اتمام هذه العملية بدرجة قد تؤدى الى وقف انتاج التربة فتفقد خصوبتها فى مدى جيل واحد ٠ ولقد عرفنا كيف أصبح تآكل التربة مشـــكلة كبيرة ، وكذلك عرفنا كيف نستطيع

تعطيل هذا التآكل • المهم أن يقتنع الناس بأهمية هذه المشكلة وضرورة اتخاذ الوسائل الكفيلة بالمحافظة على التربة الزراعية •

وهناك جانب آخر لهذه المشكلة ، وهو استمرار فقد العناصر الضرورية لحياة النبات من التربة ، وقد ساعد أجدادنا على ذلك بزراعة المحصول الواحد فى التربة عاما بعد عام •

حماية التربة من التآكل

يبلغ سمك طبقة التربة الزراعية الصالحة فى المتوسط حوالى ٢٠ ـ ٢٢ سم ، هذه هى القشرة العليا من التربة التى تحتوى على المواد المعدنية التى تعتمد عليها حياة النبات والتى اذا أزيلت أصبح من العسير على نبات أن ينمو • وتتآكل هذه الطبقة بسرعة فى المزارع الجبلية نتيجة لحرثها من أعلى الى أسفل التل ، ويلجأ بعض المزارعين للتقليل من عملية التآكل الى عدد من الوسائل ؛ منها : حرث الأرض بشكل دائرى حول مركز التل ، أو عمل مصاطب متدرجة ، وذلك لكى يوقف تأثير انحدار الماء الذى يجرف معه القشرة الصالحة ، ويلجأ البعض الى زراعة التل بشكل أشرطة من المحصول وأشرطة من الحشائش بالتبادل ، ويقوم شريط الحشائش بوقف انحدار الماء ، وبالتالى بوقف تأكل التربة •

وللغابات فائدة كبيرة فى وقاية التربة من التآكل ؛ فعندما يسقط ماء المطر تتلقاه الأشجار ولا يصطدم بالأرض فيحفرها كما يحدث فى حالة تعرض الأرض لقطرات المطر مباشرة • كما أن الأرض فى الغابة غالبا ماتكون مغطاة بالأوراق المتساقطة ، وتتخللها جذور الأشجار التى تعمل على تماسك التربة وحفظها فى مكانها ، وتحتفظ الشقوق والحفر فى الأرض بكميات من الماء لمدة طويلة وتتشربه التربة ببطء شديد •

زيادة خصب التربة

لكى تصلح الأرض للزراعة وينمو النبات ، لابد من احتوائها على العناصر المعدنية الأساسية ، ويمتص النبات أهم المواد التى تحويها التربة وهى مركبات النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، فلنلق نظرة على مركبات النتروجين على سبيل المثال : تحصل التربة على هذا العنصر نتيجة تحلل أجزاء النبات والحيوان فى التربة • وعندما يجمع الفلاح المحصول من الحقل فهو فى الواقع يقوم باضعاف كمية هذا العنصر (النتروجين) فى التربة ، فاذا لم يعوضها ماامتصه المحصول الذى حصده فان المحصولات التالية لن تجد حاجتها من النتروجين وتنمو ضعيفة ، ولهذا فان الفلاح يلجأ الى اضافة السماد الحيوانى (السبلة) أو الأسمدة الكيموية •

ولكى يستطيع النبات امتصاص النتروجين ، لابد أن يكون فى صورة مركبات قابلة للذوبان مثل النترات ، ويحتوى الهواء على كمية لا نهاية لها من النتروجين ، وتبلغ نسبته أربعة أخماس حجم الهواء ، ولكن قليلا جدا من النباتات يستطيع الاستفادة من النتروجين بهذه الصورة التى يوجد بها فى الهواء • فهناك نوع من البكتريا هو بكتريا الثأزت التى تعيش على جذور البرسيم والفول والبسلة أو فى التربة تعتبر من النباتات القليلة التى تستطيع استعمال النتروجين الجوى ، وتقوم هذه البكتريا بتحويل هذا النتروجين المنفرد فى الجو الى صورة نترات تزيد من خصب التربة • ولكن هذه العملية بطيئة للغاية ، ويلجأ اليها الفلاح حيث يزرع أحد النباتات البقولية التى تعيش على جذورها هذه البكتريا بعد زراعة الأرض بالمحصول الرئيسى • وبهذا يعوض استهلاك هذا المحصول لعنصر النتروجين •

أما الفوسفور والبوتاسيوم فيضافان الى التربة على صورة أسمدة كيموية • ويؤدى نقص عنصر الفسفور فى التربة الى ضعف نمو النبات والى فقره فى هذا العنصر ، ولهذا يضار الناس الذين يعتمدون على هذا النبات كمصدر للفسفور فتضعف صحتهم، وكذلك تعانى الحيوانات التى تتغذى بهذا النبات • والبوتاسيوم أيضا يعتبر من العناصر اللازمة لنمو

النبات وكذلك عناصر الكالسيوم والكبريت والمنجنيز . كما يحتاج النبات الى عدد آخر من العناصر ولكنه بكميات ضئيلة .

واليوم تعتبر الزراعة عملية فنية علمية تحتاج الى قدر وافر من الخبرة والمعرفة والمهارة ، فمثلا لابد من تحليل التربة حتى يمكن معرفة العناصر الناقصة ومقدار النقص لتحديد نوع الأسمدة التى تضاف ومقدارها ، كذلك لابد من منع عملية تأكل التربة فى المزرعة والعمل على وقايتها كذلك لابد من دراسة الدورات الزراعية المختلفة وتجريبها حتى لاتنمحى بعض العناصر من التربة نتيجة تكرار زراعة المحصول الواحد فى المكان الواحد عدة سنوات ، فبعض المحصولات ؛ مثل القمح ، والقطن ، والدخان ، يحتاج الى كميات كبيرة من المواد المعدنية ، ولهذا لابد من تبادل زراعتها مع البرسيم أو النباتات البقولية . وقد اكتشف الانسان طريقة الدورات الزراعية بعدما لاحظ أن تكرار زراعة أحد هذه المحصولات فى الأرض عدة سنوات يؤدى الى أن المحصول النهائى يصبح من الضعف بحيث لا يغطى تكاليف التقاوى التى استعملت فى زراعته . ولما عرف الانسان ذلك تغيرت أساليب الزراعة .

والفلاح اليوم فى متناول يده مصادر متعددة



ترى عقد كهذه على جذور البرسيم وغيره من البقوليات . وتعمل البكتريا الموجودة فى هذه العقد على اخصاب التربة بتثبيت الآزوت الجوى وتحويله الى نيترات .

لتزويده بالمعلومات عن الزراعة وادارة المزارع ، فهناك كليات الزراعة والمعاهد الزراعية التى تخرج مهندسين ومتخصصين ومرشدين زراعيين . وهناك محطات البحوث الزراعية التى تتبع وزارات الزراعة ومصالحها ، وهذه تقوم بعمليات التجريب والعمل على الوصول الى حلول لمشكلات الزراعة ، وفى هذه المحطات خبراء فى العلوم والزراعة يعملون على بحث هذه المشكلات ؛ فهم يحاولون مثلا الوصول الى أحسن المبيدات الحشرية ، والى انتاج أحسن أصناف المحصولات بعملية التهجين وعملية الانتخاب .

وفى معظم القرى يوجد حاليا مرشدون زراعيون يقومون بمساعدة الفلاحين وارشادهم .

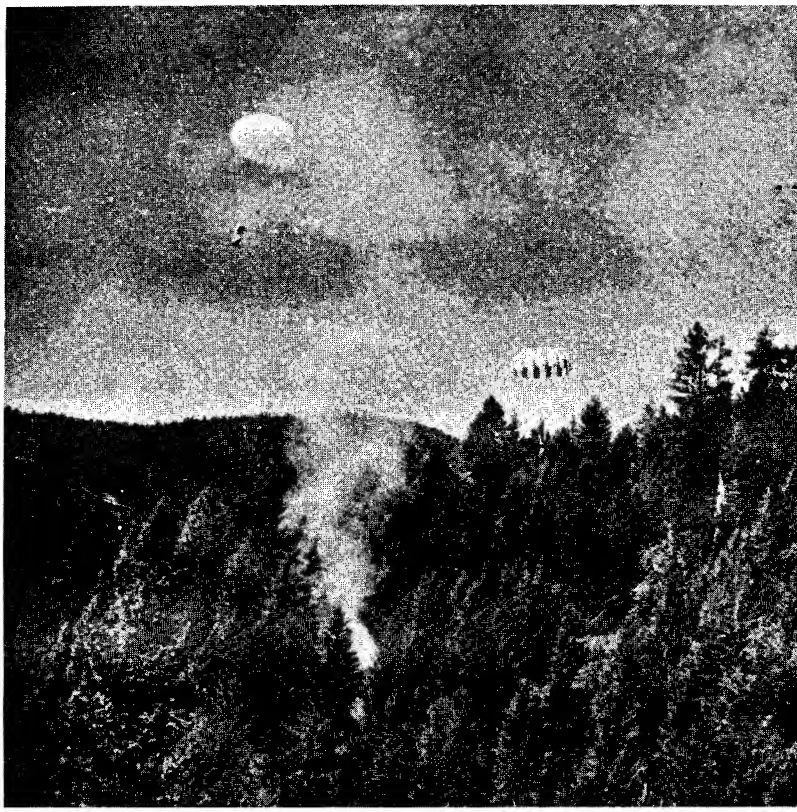
الغابات وأعداؤها

الغابات ليست مجرد مصدر للحصول على الخشب ، ولكنها كما عرفنا تلعب دورا كبيرا فى تخفيف عملية تأكل التربة ، وفى حفظ المياه والغابات تهيىء سكنا للطيور والحيوانات البرية وأماكن يستمتع فيها الملايين بالرياضة وجمال الطبيعة .

وفى الماضى كان المزارعون يقومون بازالة الأشجار من الغابات لتحويلها الى مزارع ، ولكن الحكومات تنبهت الى خطورة الاستمرار فى هذا الاجراء وأصبحت تهتم بحماية الغابات ، وقد تكونت عدة جمعيات أهلية تهدف الى المحافظة على تلك الثروة الطبيعية بالاضافة الى الجهود التى تقوم بها الحكومات ، وقد تبنت عدة مدارس مشروعات لتشجير الغابات وأخرى للمساعدة فى مشروعات المحافظة على تلك الغابات .

وفيما يلى أهم أعداء الغابات :

١ – **الانسان** : ان أهم الأخطار التى تهدد الغابات هو الانسان ، فكم من غابات أزيلت من الوجود لتحل محلها المزارع ؛ ففى أمريكا أزال الانسان مالا يقل عن ثلاثة أرباع الغابات الأصلية التى كانت تغطى مساحات شاسعة من القارة الأمريكية ، وكان عدد مايقطعه الانسان من أشجار



اثنان من رجال المظلات يهبطون فى مكان حريق صغير فى الغابة لمقاومته قبل الانتشار ٠

أكثر بكثير من عدد الأشـــجار الذى يزرعها ٠ والمفروض أن ينقص العدد الذى يقطع عن العدد الذى يزرع سنويا ، وهنـــاك غير الانسان أخطار أخــــرى تهدد الغـــابات منها الحرائق والأمراض والحشرات التى تبيد نسبة كبيرة من الأشجار التى يجب أن تعوض ٠

وكانت الطريقة التى يستهلك بها الانسان فى الماضى هذه الغابات غاية فى الخطورة ؛ فقـد كانت الأشجار الضخمة تقطع وتترك لتسقط على الأشجار الصـــغيرة فتحطمها ٠ وكانت الأغصان والأوراق تترك لتجف على الأرض وتهدد الغابات بأخطار الحريق ٠ ولم تكن اعادة تشجير الغابات تلقى أى عناية . فعندما كانت احدى الغابات تفقد مابها من أشجار كان الانسان ينتقل الى غابة أخرى ليقتلع أشـ' ها من جذورها ٠ وكانت الحرائق التى تتسبب عن اهمال الحطابين خطرا آخر يهدد الغابات ٠

٢ ـ الحـرائق : مازالت الحـرائق تبيد من الأشجار أكثر مما يزرع الانسان ؛ ففى الولايات المتحدة بلغت مساحة الغابات التى دمرها الحريق فى عام واحد ٣٨ مليون فدان ، وقد تندلع الحرائق فى الغابات نتيجة أســباب أخـرى طبيعية مثل العواصف والبرق ، ولو أن الخسائر التى يسببها البرق لا تتعدى ١٠٪ من المساحات التى تدمرها الحرائق ، أما الباقى فسببه اهمال الانســـــان ٠ وتنشأ معظم هذه الحرائق أو تبدأ على الأقل من المواقد التى تقـــام فى المعســكرات ، ومن السكك الحديدية ومن القاء أعقاب الســـجاير وغيرها ٠ ويساعد وجود القش والأعشــــاب الجافة على بدء تلك الحرائق ، رغم أننا نعرف الكثير من أسباب الحرائق فمازال البعض منا يلقى بأعقاب السجاير أثناء عبوره الغابات بالســـيارة ، أو القطار ، أو نهمل اطفاء بقايا نيران المعسكرات ٠ وقد كان أثر التعليم بطيئا فى منع هذا الاهمال ، وتقوم بعض الحــــكومات بوضع لوحات فى أماكن متعددة من الغابات قرب المعســـكرات والطرق التى تخترق الغابات للتحذير من أخطار الحرائق ٠

٣ ـ العواصف والحشرات وامراض النباتات: تزيد كمية الأشجار التى تتلفها الأمراض والحشرات بمقدار ٢٥٪ عما تدمره منها الحرائق.أما العواصف

فانها تدمر مايقرب من الكمية التى تدمرها الحرائق ومن أمثلة الأمراض التى تصيب الأشجار مرض الذبول الذى يسبب جفاف وموت أشجار الكستناء الأمريكى (أبو فروة) وقد عرف هذا المرض سنة ١٩٠٤ وكان بعد مضى ثلاثين عاما من اكتشافه سببا فى ابادة جميع أشجار الكستناء شرقى نهر الاوهيو وفى الشمال الشرقى من أمريكا الشمالية وكذلك سبب مرض الدردار الهولندى موت مالا يقل عن ٥٠ مليون شجرة من أشجار الدردار فى أمريكا منذ سنة ١٩٣٠ • والمرض عبارة عن نوع من الفطر ينتشر بين الأشجار بواسطة أحد أنواع الخنافس ، ويقاوم المرض عن طريق ابادة الخنافس بواسطة مسحوق د•د•ت• ويبحث العلماء الآن فى استنباط نوع من الأشجار التى تقاوم هذا المرض •

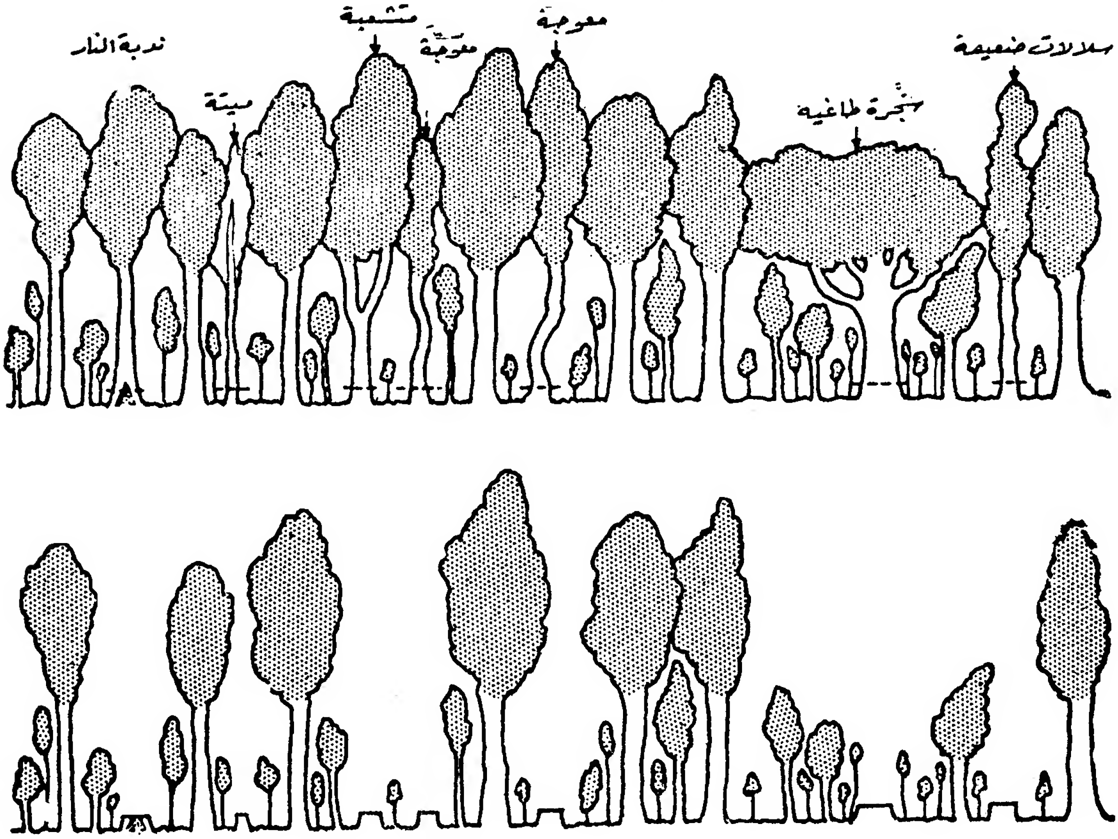
وتسبب الحشرات ضررا كبيرا للنباتات ، وكثيرا ماتنتقل الحشرات من دولة الى أخرى فتسبب أضرارا شديدة ، ويتم انتقال الحشرات من دولة الى أخرى مصادفة عن طريق استيراد الفواكه والخضراوات من الخارج ,وقد مهدت سبل المواصلات الحديثة السبيل لانتشار هذه الحشرات ، فالطائرات تساعد على نشر الحشرات ، ولهذا السبب ترش الطائرات بالمبيدات الحشرية بمجرد وصولها من رحلاتها الى المطار, ولنفس السبب وضعت اجراءات الحجر الجمركى لضمان عدم وصول الحشرات مع المحصولات والأغذية المستوردة ، ومع كل هذه الاجراءات فمازالت هذه المشكلة تسبب خطرا كبيرا •

ومن الحشرات التى دخلت القارة الأمريكية أيضا الخنفساء اليابانية وكانت سببا فى ابادة عدد كبير من المحصولات والأشجار ، وتعتبر الطيور من أعداء هذه الحشرة ، وتعتبر الحشرات التى تأتى من الخارج خطرا كبيرا على النباتات والمحصولات فى الدولة • والسبب فى ذلك راجع الى أن هذه الحشرات عندما تغادر موطنها الأصلى تترك وراءها أعداءها خلفها وفى مقاومة هذه الحشرات المستوردة نحاول دائما أن ندرس حياتها فى مواطنها الأصلية لمحاولة معرفة أعدائها الطبيعية ، وقد اتبع مثل هذا الاجراء فى مقاومة الخنافس اليابانية ، فقد كتشف أن من أعدائها نوع العناكب ، ولهذا استورد هذا النوع من العناكب ، بعد اكثاره أطلق فى المناطق التى تنتشر فيها الخنافس ، فكان العنكبوت يضع بيضه فوق يرقات الخنافس ، وعندما يفقس البيض وتخرج العناكب الصغيرة تتغذى بيرقات الخنافس وتبيدها ومع هذا فمازالت الخنافس اليابانية تسبب خطرا كبيرا ، والمهم قبل استيراد أعداء الحشرات أن تجرى بحوث دقيقة للتأكد من قدرة هذه الأعداء على القضاء على الحشرات ومن أنها لن تسبب ضررا جديدا •

ويمكن مقاومة الحشرات على نطاق ضيق فى المزارع برشها بالمبيدات الحشرية التى لا تؤثر على النبات نفسه ، ونظرا لأن هذه العملية كثيرة التكاليف فان استعمالها فى ابادة الحشرات التى تنتشر فى الغابات أمر مستحيل ، وفضلا عن ذلك قد يؤدى استعمال المبيد الحشرى الى ابادة بعض الكائنات الحية الأخرى التى تكون حلقة من حلقات سلسلة الحياة الطبيعية فيؤدى الى ضرر كبير ، ولهذا فمن الواجب أن تجرى بحوث متعددة لاكتشاف العدو الطبيعى للحشرات الضارة • ومن المحاولات التى تبذل حاليا البحث عن الأمراض التى تصيب بعض الحشرات ، فاذا اكتشفت هذه الأمراض واستعملت فربما قلل ذلك من الكوارث التى تسببها بعض الحشرات للنباتات والغابات • وهنا أيضا لابد قبل استعمال هذه الطريقة التأكد من عدم حدوث ضرر آخر لبعض الكائنات الحية الأخرى نتيجة انتشار المرض القاتل للحشرات الضارة •

تشجير الغابات

لقد اعتقد المستعمرون الأوائل للقارة الأمريكية عندما وضعوا أقدامهم فى تلك القارة بسبب كثرة الغابات التى شاهدوها أن هذه



يقارن هنا بين مايسمى بالغابة الطبيعية وأخرى نزعت منها بعض أشجارها بعناية . والأشجار الطويلة المعتدلة المستقيمة أساسية لانتاج الخشب الجيد . ادرس الشكل العلوى ، وستجد السر فى أن عددا من الأشجار لايصلح لانتاج الخشب . ويوضح الشكل السفلى نتيجة الانتقاء الدقيق .

الأشجار لن تنفد اطلاقا . ان زراعة الأشجار لانشاء غابات جديدة ، ثم حصاد أخشابها ، فكرة جديدة . وفى البلاد التى تنتشر فيها الغابات أنشئت مصالح وادارات خاصة للاشراف على هذا المصدر من مصادر الثروة الطبيعية والمحافظة عليه . وقد اهتمت هذه الدول بزراعة الغابات كأى محصول آخر بعد أن كانت تستغل كمناجم الفحم ، وفى هذه الدول أنشئت كليات أو أقسام فى الجامعات لدراسة وتخريج متخصصين فى الغابات .

وتقوم الحكومات فى تلك الدول بشراء أراضى الغابات وتحريم ازالة أشجارها أو تقييد ذلك كما تضع القوانين لمنع ازالتها قبل زراعة أضعاف مايزال منها .

حماية الأزهار البرية

لا شك أن الأزهار البرية تضفى على الطبيعة جمالا وبهجة ومتعة كبيرة ، اذا تركت للنمو حتى يتمتع بها أكبر عدد ممكن من الناس . والمبدأ الذى يجب أن نؤمن به هنا هو « تمتع بمنظرها ثم اتركها وامض لحال سبيلك حتى يتمتع بها آخرون» . وليس هناك أى عذر لشخص يقطف الأزهار البرية ولا يعتنى بها .

وعند قطف الأزهار يجب أن نحترس من نزع النبات بجذوره فتقطع الزهرة بسلاح أو مقص اذا كان تماسكها مع النبات قويا ، ولا يجوز أن تقطف جميع الأزهار التى نجدها فى مكان واحد ٠ والسبب فى ذلك هو أنه فى حالة عدم ترك بعض الأزهار تتكون البذور ، فإن هذا النبات سينمحى من هذه المنطقة ٠

فى بعض الجهات توضع قوانين تحرم قطف أنواع معينة من الأزهار وتوقع العقوبات على مخالفى هذه القوانين ٠ ومثل هذا القانون يدل على أن هذه الزهرة على وشك أن تنقرض ولذلك يحرم قطفها ، ولا شك أن للتعليم دورا كبيرا فى تحقيق هذا الهدف ، فالفرد عندما يدرك لماذا يجب عليه حماية زهرة ما من الانقراض فلا شك أنه سوف يحترم هذه الرغبة ٠

حيواناتنا المنقرضة

كم من قصص كتبها المستعمرون الأوائل للقارة الأمريكية عن وفرة الحيوانات التى وجدوها فى أحراش هذه القارة ، لقد كانت هذه الحيوانات منتشرة فعلا بأعداد مذهلة؛ففى يوم ما كانت تجوب البرية قطعان من البقر الوحشى يربو عددها على مائة مليون فكانت تقتل لاستعمال جلودها وفروتها ، وكم من طيور قتلت لاستعمال ريشها فى الزينة وملايين من الدجاج البرى ليباع لحمه والقليل الذى تبقى من هذه الحيوانات يدين بوجوده لقوانين المحافظة على تلك الثروات الطبيعية التى بدأ الاهتمام بها فى الربع الأخير من القرن التاسع عشر ، وقد جاءت هذه الحركة المباركة متأخرة بالنسبة لبعض الحيوانات ، ومثال ذلك الحمام العابر الذى اختفى من القارة الأمريكية بعد نصف قرن ، ويعتبر الآن من الحيوانات المنقرضة كالديناصور ، ومن المؤسف أن تنقرض هذه الثروات الطبيعية فى الوقت الذى يتزايد فيه عدد السكان ، فالحيوانات البرية تجد صعوبة فى الحياة فى أماكن خلت من الغابات أو فى أماكن تتعرض فيها لخطر الصيد ، وقد كانت الحيوانات تقتل لمجرد اللهو حتى ولو لم يكن يستعمل من لحمها أو جلدها الكثير ٠

والحيوانات ذات الفراء من أكثر الحيوانات التى أبيدت فى الأيام الأولى لاكتشاف القارة الأمريكية وكانت فراؤها وجلودها تباع فى أسواق أوروبا بكميات هائلة ٠ من أمثلة هذه الحيوانات الفقمة والقضاعة والنمس والقندس والسمور والوشق والثعلب والدب وفأر المسك والظربان ، وكانت الأبقار الوحشية تقتل بالآلاف لاستعمال جلودها ولولا القوانين التى وضعت لحماية هذه الحيوانات لكان مصيرها الانقراض ، ومن وسائل الحماية المستعملة تحديد مواسم قصيرة لصيد بعض الحيوانات وتحديد عدد معين لا يتعداه الصياد وغير ذلك من الوسائل ٠

لماذا نحافظ على الحيوانات

ان القيمة الاقتصادية للحياة البرية لا تقدر ، فمصايد الأسماك مثلا تزودنا بكميات من الغذاء تقدر بملايين الجنيهات سنويا ٠

وبديهى لابد أن نتوقع هروب الحيوانات من المناطق التى يعمرها ويسكنها الانسان : ومثل هذه الحيوانات الغزال والثعلب والدب والنمس وغيرها ٠ وهى لا تستطيع أن تعيش فى المناطق التى أزيلت أحراشها ، والحيوانات المائيه مثل : عجل البحر ، والفقمة ، وفأر المسك ، لا تستطيع أن تعيش فى البحيرات والمستنقعات التى جففها الانسان ، أو فى الأنهار التى يستعملها الانسان مصدرا لماء الرى ٠

وعلى العموم يجب ألا نتسبب بأى حال فى انقراض هذه الحيوانات ، اذ لابد أن نضمن لها الحماية فيما تبقى لها من مواطن ، ولابد أن نترك لها مايكفيها من الأرض الملائمة لمعيشتها فى هذه



دجاجة « هيث » قد انضمت الى قائمة الطيور المنقرضة فى أمريكا اذ شوهدت آخر واحدة حية منها عام ١٩٣٢ ·

الأماكن ، ولابد أن نتخذ كل الوسائل لاستمرار حياتها وحمايتها · ولكن لماذا نحافظ على الحيوانات البرية ونحميها ؟ انها جزء من الطبيعة ، جزء من الغابات والبحيرات والبرك والأنهار والوديان والبرارى كالأشجار والأزهار تماما ــ وهى التى تكمل بوجودها جمال الطبيعة حيث يجد الانسان متعته ، وكل نوع من هذه الحيوانات البرية يعتبر حلقة فى سلسلة الحياة وقد تتصل السلسلة مباشرة بحياة الانسان · ففى البقاع التى أبيد فيها الذئب الأمريكى انتشرت وتكاثرت الحيوانات القارضة بدرجة مخيفة ، وأدى قتل الصقر فى جهات أخرى الى انتشار الجراد النطاط الذى هاجم المحصولات وتتسبب فى خسارة ملايين الدولارات.

والواقع أن هناك الكثير الذى لا نعرفه عن العلاقات والارتباطات المتداخلة بين بعض الكائنات وبعضها ، وحتى أحقر الحشرات فى الغابة قد يكون لها أهمية ما متصلة بوجود الانسان · لعلنا نذكر هذا اذا سمعنا شخصا يتساءل عن فائدة حيوان من الحيوانات · غالبا ما يكون تفكير هذا الشخص فى قيمة هذا الحيوان من حيث فائدته للانسان فقط ، وبالذات من حيث الفائدة العاجلة المباشرة. وحتى مع هذا القصر فى النظر والقصور فى تفكير مثل هذا الشخص ، فهناك الناحية الأخلاقية والفلسفية فى المشكلة ·

المحافظة على الطيور : لولا الطيور لعانى الانسان من الحشرات أضعاف مايعانى منها الآن · ان كثيرا من الطيور تتغذى بالحشرات التى تصيب المحصولات الزراعية والأشجار المثمرة ، ولهذا تقلل الطيور من أضرارها ومن أمثلة الحشرات الضارة التى تأكلها الطيور بق البطاطس والحفار والخنافس والسوس ··· الخ ·

وقد اختبرت معدة بعض أنواع من الطيور لفحصها ومعرفة نوع وكميات الغذاء الذى تتناوله. وقد وجد أن ٩٤٪ من غذاء هذه الطيور عبارة عن مواد حيوانية تتكون من حشرات البق الدقيقى الذى يصيب العنب ، وبعض أنواع الديدان والبق الأخضر وغيرها من الحشرات · ووجد فى بحث آخر أن أحد طيور الفيريو الصغير قد التهم مائة حشرة من الجراد النطاط فى يوم واحد بالاضافة الى حشرات أخرى ضارة ، ووجد أن غذاء « قبرة المردج » وهى أحد الطيور البرية يتكون ٩٩٪ منها من حشرات معظمها ضارة بالمحصولات ، ووجد فى معدة أحد طيور « الفليكر » خمسة آلاف نملة ، فى معدة أحد الصقور خمسمائة بعوضة ·

وليس معنى هذا أن جميع الطيور ذات فائدة للانسان ، فان بعضها ضار ، فالصقر يفترس الدجاج فهو ضار للانسان ، فى حين أن بعض أنواع منه تتغذى بالفئران التى تتلف الكثير من المحصولات •

حماية الحياة البرية : أدرك الانسان أهمية حماية الحياة البرية منذ أمد طويل ، ففى أوائل القرن الثامن عشر كانت السلطات الحكومية فى أمريكا مثلا تحدد مواسم معينة لصيد الغزلان • ولكن القوانين المنظمة لحماية الحياة البرية لم تنتشر هناك الا حوالى سنة ١٨٨٠ ، وأدرك الانسان أهمية تخصيص مساحات من الأراضى تترك فيها الحيوانات البرية لتتكاثر وتعيش فى حرية دون ازعاج ، وأجريت ومازالت تجرى حاليا بحوث عديدة عن الحياة البرية • لقد عرفنا الآن الكثير عن علاقة الكائنات الحية بعضها ببعض أكثر مما كنا نعرف منذ نصف قرن ، ولكن الواقع أنه مازال يواجهنا الكثير من أسرار الحياة ونحتاج للكشف عنها الى كثير من البحوث الأخرى •

المحافظة على المياه

الفيضان والتحاريق : فى ديسمبر سنة ١٩٤٩ فوجئت مدينة نيويورك بنقص شديد فى كمية المياه العذبة • وأرسل مراقب عام التربية والتعليم بالمدينة خطابا الى جميع المدرسين بالمدينة يناشدهم فيه أن يبذلوا كل مايستطيعون من جهد لمواجهة الكارثة عن طريق اثارة وعى التلاميذ والأهالى للاقتصاد فى استهلاك المياه والحرص الشديد على استعمالها بكل حكمة حتى تمر الأزمة الخطيرة •

وفى يوليو سنة ١٩٥١ نشرت مجلة «لايف» الأمريكية تحقيقا مصورا عن كارثة فيضان منطقة الميزورى حيث اجتاحت المياه التى فاضت من جميع أنهار ولاية كانساس كل ماصادفها فى مدينتى كانساس التوأم (كانساس كانساس ، وكانساس ميزورى) والمزارع الواقعة بينهما وبين مدينة سان لويس ، وكانت المياه تتدفق بسرعة ٣٥ ميلا فى اليوم فدمرت المدن والقرى ، وبلغ ارتفاع المياه فى بعض المناطق ٢٥ قدما حيث أغرقت المزارع والمنازل والمحلات التجارية ، وقتلت ٤١ شخصا وشردت ١٦٥٫٠٠٠ شخص من مساكنهم ، وغمرت مليونى فدان ، وتسببت فى خسائر مادية بلغت بليونا من الدولارات (ألف مليون) ، وهى أكبر كارثة أصابت الولايات المتحدة حتى ذلك الوقت •

تلك هى مشكلة المياه ـ اما نقص شديد ، واما زيادة مدمرة فى كميات المياه • وسنحاول هنا معالجة هذا الموضوع لمعرفة أسباب هذه المشكلات وبعض وسائل مواجهتها •

مصدر الماء على الأرض : ان الماء الذى تعتمد عليه حياة الانسان ، هو من أكثر المواد انتشارا على الأرض ، وفى نفس الوقت أرخصها ثمنا ، فثمن الطن منه لا يزيد على قرشين • وبخلاف غيره من المواد ، فان الماء سيظل متوافرا على سطح الأرض ، وستظل مصادره على الدوام تزودنا بكميات هائلة منه ، فالمحيطات تغطى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية وتحتوى حوالى ٣٠٠ مليون ميل مكعب من الماء ، وبالاضافة الى هذه الكميات الهائلة تضم المناطق المتجمدة مايقرب من ١١ مليون ميل مكعب •

وتبدأ دورة المياه بتبخر كميات هائلة من سطح البحار والبحيرات والأنهار الى طبقات الجو العليا حيث يستحيل رؤيتها حتى تتحول الى سحب تحت ظروف خاصة ثم تسقط على الأرض بشكل مطر أو ثلج وتكون أنهارا ، وفى نهاية المطاف تنتهى مياه الأنهار فى المحيطات الواسعة فتكمل دورتها ، وتستمر وتتكرر هذه الدورة بلا نهاية (انظر فصل ١٠ أ) •

ومصدر المياه على كوكبنا الأرضى مصدر غاية فى الغنى ، والمشكلة هى الحصول على الكميات المطلوبة من المياه العذبة فى المكان والوقت المناسبين



الطين والحطام أمام الحوانيت فى الشارع الرئيسى نتيجة الفيضـــان فى نورث توبيكا بولاية كانساس .

والمياه دائمة الحركة والتنقل ، والمحافظة عليها اذن متوقفة على قدرتنا على التحكم فى حركتها .

نقص كميات الماء : ان السبب الرئيسى لنقص الماء فى المدن الكبيرة فى السنين الأخيرة هو الزيادة الهائلة فى استهلاكه ؛ ففى أمريكا مثلا يستهلك فى البيت العادى فى المتوسط ١٥٠ جالونا لكل شخص يوميا ، واذا احتسبنا استهلاك الصناعة والزراعة من الماء لأصبح استهلاك الفرد الواحد فى أمريكا حوالى ١٥٠٠ جالون يوميا . ومن المنتظر بطبيعة الحـال أن يزداد استهلاكنا من المـــاء مع الزيادة المنتظرة فى عدد السكان ، وبتغير الأغراض التى يستخدم فيها الماء ، وهنـــاك مشكلة جديدة تتعلق باستهلاك المـــاء وهى توفير الكميات الهائلة المطلوبة لتشغيل المصـــانع التى تستخدم الطاقة الذرية والتى تبنى حاليا فى كثير من دول العالم .

والمشـــكلة هى عدم قدرة المورد المائى على مقابلة الاســـتهلاك المتزايد ، فالمدن التى اتسعت وزاد سكانها زيادة كبـــيرة لم تزد من مواردها القديمـــة لتقابل الزيادة فى الاستهلاك وحاجات الصناعة والأفراد ، ولهذا فان أى نقص فى مواسم الأمطار يؤدى الى حدوث المشكلة وعدم قدرة المورد على تزويد المدن بحاجتها .

والواقع أن لحدوث أزمات نقص الميـــاه فى المدن فائدة حيث انها تجعل سكان المدن يدركون أنهم يعتمدون فى حيـــاتهم على الأرض ، وان الماء « لا يزرع فى الصنبور » ولذا فقد بدأوا يبحثون عن وسائل لمواجهة أزمات نقص المياه وتنبهوا الى ضرورة الاهتمام والعناية بمساقط ميـاه المطر ، وهى مســـاحات هائلة تصل الى مئات الأميال المربعة تعمل كحوض ضخم يســـتقبل مياه المطر وتنساب منه المياه فى قنوات ببطء وتتجمع لتملأ خزانات المياه .

مســـاقط المطر : كما ذكرنا قبلا تنحصر مشكلة المياه العذبة فى توفير الكميات اللازمة فى المكان والوقت المناسبين . ولمســاقط المطر علاقة مباشرة بحل هذه المشكلة .

تتجمع ميـاه المطر والثلوج المنصـهرة فى قنوات صـغيرة ، وتلتقى بقنوات أخرى ، وهكذا حتى تكون أنهارا . والمنطقة المرتفعة بين مجارى المياه تعرف بمسقط المطر وهى تختلف فى الشكل

والمساحة ، فبعضها قد يصل الى ملايين الأفدنة ، مثل المنطقة الواقعة بين نهر كولومبيا ونهر ميزورى •

وفى الظروف العادية يكون هناك توازن طبيعى بين التربة والنباتات والأشجار التى تغطى هذه المناطق • ولكن الانسان قد يبعث باهماله الاضطراب فى هذا التوازن بازالة الأشجار والنباتات التى تغطيها فتنشأ الأخطار التى قد تكون فيضانات خطيرة أو نقصا شديدا فى الماء أو تعكير مياه الأنهار ••• الخ •

وتقوم الغابات بعملية تنظيم عظيمة لتيار الماء • وهى لا تقوم فقط بحفظ المياه وتخزينها ، بل تتحكم فى حركتها فوق وتحت الأرض وهذا التحكم هو الذى يجعل تيار الماء ينساب بهدوء واستمرار بدلا من سريانه بلا ضابط يضطرب تارة فيرتفع بدرجة خطيرة ثم يهبط وينحسر عن أحواض الأنهار تاركا أرضا جافة •

وهناك مثل صينى يقول : « اذا تحكمت فى الجبل أمكنك السيطرة على النهر » • ان وجود غابة يانعة على منحدر الجبل تضمن فيضانا هادئا مستمرا من الماء النقى فاذا أسأنا استعمال الجبل أفسدنا النهر • واذا زالت الغابات التى تغطى الجبل بسبب الحرائق أو الانسان اضطرب التوازن الطبيعى مما يسبب نقصا شديدا فى الماء الذى تخزنه الأرض وضررا للمزارع والمدن التى تعتمد عليه •

المياه الجوفية : نحن لا نعتمد فقط على المياه السطحية التى نراها ونقدر كمياتها فى القنوات والبحيرات والأنهار ، ولكننا نستغل أيضا مصادر المياه الأرضية التى تقع تحت مستوى سطح الأرض • والمياه الجوفية عبارة عن مطرا مصته الأرض ونفذ من الطبقات المسامية فى باطن الأرض ليخزن فيها ويستمر تسرب ماء المطر حتى تتجمع كميات كبيرة من الماء تحت الأرض • وفى بعض البلاد قد تكون كمية المياه الجوفية أكثر من كميتها فوق سطح الأرض •

ويتوقف مستوى سطح المياه الجوفية على عدة عوامل • ففى الصحارى مثلا – نظرا لقلة الأمطار – قد لا يكون هناك ماء أرضى اطلاقا • وكلما اقترب مستوى سطح الماء الأرضى من سطح الأرض أمكن ظهور المستنقعات والبرك ، وأمكن حفر الآبار واستغلالها كمصدر من مصادر الماء • بحيث يستخدم ماؤها فى رى الأراضى أو فى تزويد المدن بحاجتها من الماء • وليس يعنى وجود هذا الماء تحت سطح الأرض أن هناك فيضا لا نهاية له من الماء • ان استهلاك كميات كبيرة من هذا الماء يؤدى الى انخفاض مستواه وابتعاده عن سطح الأرض ثم نفاده نهائيا • وقد حدث هذا فى كثير من الدول وتسبب فى مشكلات كبيرة وقد حدث ذلك فى الولايات المتحدة حديثا كما حدث فى الماضى حيث زالت من الوجود مدن كانت تعيش على المياه الجوفية ، وما أن جفت مياهها حتى تلاشت هذه المدن من الوجود •

كيف نتغلب على مشكلات الفيضان والتحاريق : كيف قابل الانسان مشكلة النقص الشديد فى الماء أو الزيادة التى تؤدى الى فيضانات خطيرة ؟ أول وسيلة للمحافظة على تنظيم الماء هى العناية بحماية مساقط الأمطار وعدم العبث بالغابات التى تغطى المناطق التى تسقط فيها الأمطار • ومن الوسائل الناجعة التى يتبعها الانسان حديثا بناء الخزانات والسدود التى يخزن فيها بلايين الجالونات من المياه ، حتى يحال بينها وبين الاندفاع الى البحار ، وحتى تتلافى حدوث الفيضانات المدمرة • كذلك يحاول الانسان منع تلوث الأنهار التى تقع عليها المصانع للمحافظة على مياهها من الفضلات التى تلوثها • وعلى الانسان أن يستعمل المياه بحكمة دون اسراف فلا يترك صنبورا تالفا يسيل منه الماء ولا أنبوبة غير محكمة يتسرب منها الماء •

وقد بدأ الانسان حديثا فى استعمال مياه البحار فى جميع الأغراض الصناعية والزراعية والمنزلية • سنرى قريبا أنابيب المياه تحمل الماء المقطر من مياه البحار ويدفع فيها بقوة الطاقة الذرية • وتحاول الحكومات أن تصل الى طرق رخيصة لتخليص مياه البحار من أملاحها •

وفيما يلى عرض لأهم التعميمات التى نستطيع استخلاصها من موضوع المحافظة على المصادر الطبيعية :

- تعتمد رفاهية الانسان أولا وأخيرا على العالم المادى المحيط به • وتعتمد حياته على الكائنات الحية المحيطة به ، وعلى المياه والتربة والخامات المعدنية •

- يرجع السبب فى اهتمام الانسان بمصادر الأرض الطبيعية الى عاملين :

١ ــ الزيادة المستمرة الهائلة فى تعداد السكان •

٢ ــ أدى التصنيع الى زيادة هائلة فى استنفاد المصادر الطبيعية على الأرض.

- المحافظة على المصادر الطبيعية تستهدف حماية هذه المصادر التى يحتاج اليها الانسان، وسيستمر اعتماده عليها لأجيال كثيرة قادمة •

- محور عملية المحافظة على المصادر الطبيعية هو تفهم أسس علاقات الكائنات بعضها لبعض وترابطها واعتماد كل منها على غيره.

- هناك مصادر طبيعية دائمة مثل الهواء والماء وطاقة الشمس والصخور •

- هناك مصادر طبيعية متجددة منها التربة والنباتات والحيوان والمياه العذبة •

- هناك نوع ثالث غير متجدد من المصادر الطبيعية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى والمعادن. هذه المصادر اذا نفدت خيراتها فليس هناك وسيلة لتعويضها •

- تعتمد حياة النبات والحيوان ــ بما فى ذلك الانسان ــ على التربة بطريق مباشر أو غير مباشر •

- يمكن وقف تأكل التربة من المناطق الجبلية بطرق ثلاث : طريقة المصاطب ، والأشرطة ، والحراثة الدائرية •

- الغابات تقوم بدور هام فى وقاية التربة من التأكل •

- للمحافظة على خصب التربة يجب تعويض العناصر التى تمتصها منها المحصولات المختلفة •

- اتباع نظام الدورات الزراعية ، وزراعة المحصولات البقولية واضافة الأسمدة يساعد على الاحتفاظ بخصب التربة •

- تسبب الحرائق والحشرات وأمراض النبات والرياح دمارا كبيرا للغابات •

- الانسان كان من أخطر أعداء الغابات •

- الخشب يجب أن يكون كأى محصول يزرع ويحصد •

- المحافظة على الغابات تتضمن مقاومة الحرائق والحشرات الضارة وأمراض الأشجار ، والعناية بعملية قطع الأشجار بحكمة ، واعادة زراعة الغابات وتشجير مساحات جديدة من الأرض •

- الحياة البرية يجب أن تصان لقيمتها الاقتصادية الكبيرة ، ولأهميتها فى الترويج ولحقها فى الوجود •

- تنحصر مشكلة المحافظة على المصادر

المائية فى توفير الكميات اللازمة من الماء فى الوقت المناسب والمكان المناسب ٠

- ان مشكلة نقص المياه فى الأيام الأخيرة ترجع الى زيادة استهلاك الماء ٠

- من المشكلات التى تشغل الأذهان فى الوقت الحاضر مشكلة انخفاض مستوى المياه الجوفية ٠

- تشمل عملية المحافظة على مصادر الماء : وقاية منابع المياه ، وبناء السدود والخزانات وتحسين وسائل الصناعة فى استخدام الماء وعدم الاسراف فى استعماله ٠

- تدرس الآن وسائل تنقية مياه البحار من الأملاح صناعيا كحل لمشكلات توفير الماء العذب ٠

تجارب يمكنك القيام بها

١ - قم بزيارة احدى الغابات التى دمرها الحريق ولاحظ ماحدث لحياة الحيوان والنبات فيها من تغير - كرر زيارتك للمنطقة بعد شهر أو أكثر ولاحظ ماحدث للكائنات الحية المتبقية ٠

٢ - لاحظ مايحدث للمناطق الجبلية بعد سقوط الأمطار ، صف ماشاهدت وقارن مايحدث لجوانب التلال وما يحدث للأرض المستوية بعد سقوط المطر ٠ اشرح السبب ٠

٣ - اكتب قائمة بالأشياء التى تستعملها يوميا وتعرف أن مصدرها هو الأرض ٠ بين أى هذه الأشياء يحتمل نفاده من على سطح الأرض ، وأيها يتجدد باستمرار ، وأيها لا خوف من نفاده ٠

٤ - قم بالتحدث مع أحد المزارعين أو المتخصصين فى الزراعة أو الرى ٠٠٠ الخ لمعرفة مشكلات المحافظة على الثروات الطبيعية (الحيوانية والنباتية والمائية ٠٠٠ الخ) ٠

٥ - قم بزيارة مزرعة نموذجية أو محطة بحوث للاطلاع على مايجرى بها من بحوث لزيادة أو تحسين الثروات الطبيعية ٠

٦ - قم بزيارة الغابات والحدائق والمشاتل فى منطقة قريبة ٠

٧ - قم ببعض التجارب لتحدد أثر التسميد فى بعض النباتات ٠

٨ - قم بزيارة محطة تنقية المياه القريبة ، أو أحد القناطر ، أو السدود ، أو الخزانات ٠ وتحدث الى المشرفين عليها عن فائدتها وأهمية المحافظة عليها وكيفية انشائها وادارتها ٠

٩ - قم بزيارة بعض المناطق التى تم فيها تنفيذ مشروعات التشجير وتحدث مع المهندس الزراعى عن فائدة المشروع ٠

١٠ - قم بزيارة بعض الحقول أو الحدائق لمعرفة بعض الأمراض التى تصيب النباتات أو الحشرات التى تهاجم المحصولات وحاول معرفة وسائل مقاومتها ٠





الفصل الخامس عشر

تدريس موضوع المحافظة على الثروة الطبيعية

ان الوقت الذى يخصص لتدريس هذا الموضوع يعتبر ضائعا اذا اقتصر الأمر على استيعاب التلاميذ للحقائق فقط دون تطبيق واستخدام فى الحياة العملية . ولا شك أنه وقت ضائع فعلا ذلك الذى يتعلم التلميذ فيه دراسة أنواع الأزهار البرية وأهمية العناية بها ، ثم لا يلبث أن يقتلع النباتات من جذورها عندما يخرج فى رحلة مع أصدقائه . ولا فائدة من معرفة التلاميذ أى الطيور نافع وأيها ضار اذا كان يسمح لهم بأن يلهوا ببيض الطيور ويحطموه . ان دراسة هذا الموضوع لابد أن تعمل على تكوين اتجاهات بناءة تدفع التلاميذ باستمرار الى تطبيق ما حصلوا عليه من معلومات فى المحافظة على المصادر الطبيعية . ان هذا النوع من التدريس يتطلب منا جهدا كبيرا.

ان تعلم المحافظة على المصادر الطبيعية لا يتم عن طريق الخطب والوعظ والارشاد ، ولكنها تقوم على الممارسة العملية هنا وهناك حتى يسير الأطفال فى الاتجاه السليم ، لا بعقولهم وحدها ولكن بعقولهم وأيديهم وأعمالهم . انها تقوم على أساس حب الطبيعة والاستمتاع بها واثارة اهتمام الأطفال ــ حاليا وفى المستقبل كمواطنين ــ نحو أهمية المحافظة على المصادر التى استمتعوا بجمالها

انها دراسة يجب أن تقوم على الملاحظة ودراسة النباتات والحيوانات فى بيئاتهم الطبيعية • وهذا ممكن حتى فى المدن الكبرى فى حديقة المدرسة ، أو فى متنزه قريب ، أو حتى على الشجرة المواجهة للمدرسة •

ولكن ماالذى يستطيع الأطفال الصغار عمله لجعل هذه الدراسة واقعية ؟ ماهى المناشط التى يمكن أن يمارسها التلاميذ حتى يستوعبوا بصورة واقعية الأسس التى تقوم عليها اجراءات المحافظة على مصادر الطبيعة ؟ ان هذه الأسئلة فى الواقع غاية فى الأهمية ، ولابد من معرفة الاجابة عنها قبل أن نبدأ دراسة الموضوع • وسنقدم فى هذا الفصل بعض المقترحات لمناشط يقوم بها الأطفال، ولكنها لن تكون ذات قيمة الا اذا أدرك المدرسون والتلاميذ الهدف من كل نشاط قبل البدء فيه وهل تؤدى ممارسة هذا النوع من النشاط الى الوصول الى مفاهيم واستنتاجات تؤدى الى تغيير السلوك • سنقترح ملاحظات يقوم بها الأطفال فى المصادر الأصلية قد تكون فاعليتها أكبر من القيام بالتجارب المباشرة • وهذه المناشط بطبيعة الحال قد تحتاج الى شىء من التعديل لتناسب ظروف البيئة وامكانياتها •

وقد يستعين المدرس بأحد المهندسين أو المرشدين الزراعيين فى البيئة للحصول على معلومات تفيد فى دراسة هذا الموضوع •

وقد تبدو بعض المفاهيم المتعلقة بالموضوع مناسبة فقط لمستوى الأطفال الكبار دون الصغار ، ولكن بشىء من التصرف يستطيع المدرس رسم خطة لمناشط تناسب الأطفال الصغار وتساعد على اعدادهم لاستيعاب أسس المحافظة على الطبيعة • ومن أمثلة هذه المناشط : تربية أحد الحيوانات الأليفة ، العناية بزراعة حديقة المدرسة ، زيارة أماكن تربية الحيوانات المختلفة أو زيارة الحيوانات فى مواطنها الأصلية ومشاهدة الحيوانات وهى ترعى صغارها •

وفيما يلى أمثلة لبعض المناشط المماثلة :

١ ـ مشاهدة وحصر الأطعمة التى تأكلها والملابس التى تلبسها من أصل حيوانى أو نباتى •

٢ ـ البحث عن الأماكن التى توجد بها حيوانات أو نباتات نافعة •

٣ ـ جمع الصور التى تصور الخدمات التى يؤديها لنا النبات والحيوان ومناقشة محتويات تلك الصور •

٤ ـ القيام بزيارات للتعرف على النباتات التى تعطينا طعامنا والنباتات التى نأخذ منها الأخشاب لمساكننا ، والأثاث الذى نستعمله، وغير ذلك من أنواع ذات فائدة كبيرة • وكذلك لمشاهدة الحيوانات التى تزودنا بالطعام • ومعرفة كيفية عناية الانسان بالحيوان والنبات •

٥ ـ البحث عن أسباب حرائق الغابات وكيفية تلافيها •

٦ ـ الخروج الى الحدائق والمزارع على أثر مطر غزير لمشاهدة آثار المطر على الأرض ومناقشة تأكل التربة ودور المياه والأمطار فى حدوثه.

٧ ـ زراعة بعض البذور فى طمى جيد من الطبقات السطحية للأرض الزراعية وزراعة عينة أخرى فى طمى مأخوذ من الطبقات السفلى •

٨ ـ زراعة شجرة فى حديقة المدرسة ، وفحص جذور الشجرة ، ومعرفة كيفية زراعتها ، وماهى الشروط اللازم توافرها لنمو الشجرة ومتابعة مايطرأ على الشجرة من تطور بعد زراعتها •

٩ ـ زراعة بعض الحشائش فى تربة جيدة ومتابعة نموها وفحص بعض البذور المنبتة بعدسة مكبرة •

ويبدأ الأطفال استيعاب مفهوم المحافظة على

مصادر الطبيعة أبتداء من الفرقتين الرابعة والخامسة الابتدائيتين • ويدرس معظم نواحي الموضوع في حصص الدراسات الاجتماعية • والنواحي العلمية والاجتماعيـة في الموضـوع مترابطة ولابد من دراستهما معا • وهذا الموضوع هو أحد الموضوعات التي يجب فيها تدريس مادتين من مواد المنهج معا.

عمل قائمة بالأشياء التى تستعملها

من المهم للغاية أن يدرك التلاميذ الى أى حد نحن نعتمد فى حياتنا وفى وجودنا على ماتمدنا به الأرض • ومن الطرق الشائقة لتأكيد ذلك هو أن يقوم الأطفال بعمل قائمة خلال يومين أو ثلاثة عن الأشـياء التى يعملونها مثل : تناول الفطور ـ الحضور الى المدرسة ـ العمل فى الحديقة ـ شراء الصحيفة أو طلبات من البقال ـ اصلاح الدراجة ـ لعب الكرة ـ الاستماع الى الراديو أو مشـاهدة التليفزيون ـ المساعدة فى اعداد الغداء ••• الخ• وبعد اعداد قائمة كهذه بالمناشط المختلفة ، يبدأ الأطفال فى حصر جميع الأشياء التى استعملت فى كل نشاط من هـذه المناشط مع تقسيم هـذه الأشياء الى :

١ ـ أشـياء حصلنا عليها من الأرض (مواد معدنية مثلا) •

٢ ـ أشياء نبتت من التربة •

٣ ـ أشـياء مصـدرها الحيوانات التى تعتمد على النبات •

٤ ـ وأشياء تعتمد على الماء فى النمو •

وبديهى أن هذه القائمة ستحتوى الأغذية التى نحصـل عليها من الحيـوان والنبات ، وعلى البنزين الذى يستخدم فى وسائل المواصلات ، وعلى الفحم أو البترول الذى يستخدم فى الصناعة أو الطهو أو التدفئة ، وعلى الحديد وغيره من المعادن المستعملة فى صناعة العدد والأدوات والآلات وعلى الخشب المستعمل فى عمل الورق والأثاث ••• الخ هذه أمثلة قليلة لما يمكن أن تحويه هذه القائمة • وخلال مثل هذا النوع من النشاط يمكن أن يدرك الأطفال الى أى حـد نحن نعتمد على المصـادر الطبيعية •

وبعد الانتهاء من اعداد مثل هذه القائمـة يجب أن تدور المناقشة حول الحقيقة الواقعة وهى أن المصادر التى نحصل منها على بعض هذه الأشياء فى سبيلها الى الفناء عاما بعد عام • ويستطيع الأطفال جمع احصائيات من دوائر المعارف والكتب العلمية وغيرها عن النقص المستمر والاستهلاك السنوى فى مواد الخشب والفحم والبترول وغيرها من المواد الحيوية • وهناك فرصة مناسبة لتلاميذ الصفوف العليا فى حصص الحساب لتفسير وتحليل وتعيين النسب المئوية المختلفة للاستهلاكين المحلى والعالمى من هذه المصادر المهمة وتقدير النسبة التقديرية للرصيد الباقى منها • وخبرة الأطفال بهذه الأرقام والنسب لاشك سوف تساعدهم على الاحساس بأهمية المشكلة وتقدير خطورتها وأهمية المحافظة على مصادرها الطبيعيه •

تجارب على التربة الزراعية

ان كثيرا من المفاهيم المتصلة بالتربة الزراعية وحمايتها يمكن أن يتعلمها الأطفال عن طريق اجراء تجارب بسيطة • فالأطفال يستطيعون ادراك أن التربة تتكون من مواد مختلفـة ولهـا صفات وخصائص متعددة • ويكون ذلك عن طريق احضار اناء متوسط السعة (جالون تقريبا) ووضع كمية من التربة (بضع حفنات) فى الاناء مع كمية كافية من الماء ، ثم رجها جيدا وتركها ليركد الطمى فى القاع لمدة بضع ساعات • سيلاحظ الأطفال أن أكثر المواد ثقلا سترسب الى القاع أولا ، فى حين تتكون طبقات متتالية بعضها فوق بعض من المواد الأخف • وتحتوى الطبقة السطحية على أهم العناصر الأساسية لنمو النباتات وهى الطبقة التى يجرفها معه ماء المطر أو السيول عادة •

ويمكن للأطفال أن يأخذوا فى يوم مطير كمية من الماء من أحد المجارى التى تتكون بعد المطر . ويمكنهم ملاحظة أنها محملة بالطمى وأن يروا حبيبات التربة عالقة بهذا الماء . واذا ترك هذا الماء لمدة لاحظ الأطفال أن هذه الحبيبات الطافية ترسب الى القاع ، واذا تخلصنا من الماء الذى فوقها فسيرى الأطفال أن المادة المترسبة عبارة عن عينة من التربة فعلا . ويستطيع الأطفال مشاهدة آثار حفر الماء فى جوانب المجرى المائى . ويمكن للأطفال أيام الفيضان أخذ عينة من النهر (النيل مثلا) أو من الترع وملاحظة تعكر لونها واجراء نفس التجربة السابقة عليها . ويستطيع الأطفال بمرورهم على شواطىء النهر أو أى مجرى مائى قريب أن يلاحظوا الفرق بين المناطق المغطاة بالحشائش والمناطق العارية ، وكيف أن الحشائش تحمى الشاطىء من التأكل فى حين أن المناطق العارية تتأكل بفعل الماء الجارى .

ويمكن القيام بتجربة أخرى لبيان أثر التربة الجيدة والتربة الرديئة فى النباتات وذلك باحضار عينات من نباتات مزروعة فى تربة خصبة ، ومن احدى الغابات ومن فناء المدرسة ومن حقل بمنطقة رملية ومن حقل بمنطقة طينية ومن مكان به عمليات حفر لوضع أساس منزل ... الخ . ثم توضع كل عينة فى أحد أصص الزرع ثم توضع بعض بذور الفول أو القمح فى كل منها وموالاتها بالرى ، ثم ملاحظة الفرق فى نمو النباتات فى كل أصيص . (انظر شكل صفحة ٢٨٩) .

ملاحظة آثار الماء الجارى

يستطيع الأطفال على أثر سقوط مطر غزير التجول فى فناء المدرسة وبعض الأماكن الخلوية القريبة لمشاهدة آثار الماء فى التربة . فقد يشاهدون أماكن جرفت المياه تربتها وقد تقابلهم بعض المجارى التى حفرتها المياه . ويجب تشجيعهم على ملاحظة بعض هذه الآثار فى أثناء ذهابهم وعودتهم من المدرسة . ولقد أجرى تلاميذ بعض المدارس تجارب أدت بهم الى ايجاد طرق لمنع جرف الماء للتربة وانتهت التجارب بنتائج ناجحة .

وفى الصورة المقابلة تجربة صممت لمقارنة تأثير سقوط الماء فى تربة عارية من النباتات وأخرى مغطاة بالحشائش . ويمكن الاستعانة بصندوقين من الخشب يوضع بهما كميتان متساويتان من الطمى وتترك احداهما عارية والأخرى تغطى ببعض القش أو التبن . ثم نصب كميتين متساويتين من الماء ونستقبل الماء الزائد من كل عينة فى زجاجة خاصة . ثم يقارن الماء المتسرب من كل عينة من حيث اللون والكمية . ومن هذه التجربة يستطيع الأطفال أن يكتشفوا أن الأرض المغطاة بالحشائش تحتفظ بكمية أكبر من الماء . ويمكنهم بعد ذلك تطبيق نتائج هذه التجربة عندما يبدءون فى اجراء تجاربهم الخارجية .

ومن هذه الملاحظات والتجارب تتكون لدى الأطفال خبرة وحساسية بأهمية وخطورة مشكلة تأكل التربة . ومن المهم أن يخرج الأطفال فى رحلات لزيارة أماكن حدث فى تربتها تأكل وأماكن اتخذت فيها احتياطات لمنع تأكل التربة ، وسنناقش هذه النقطة فى مكان آخر .

إعداد التقارير

يتطلب الأمر فى دراسة بعض موضوعات المحافظة على المصادر الطبيعية قيام التلاميذ باعداد تقارير فردية أو جمعية ، وقد سبق أن أشرنا الى بعض مقترحات بشأن اعداد مثل هذه التقارير . ومن المهم فى دراسة هذا الموضوع أن تكون هذه التقارير شاملة وأن تتبادل وجهات النظر على المستوى المحلى والقومى والشخصى .

والأمثلة التالية توضح هذه النقطة :

١ ــ هل وضعت الدولة قوانين خاصة بشأن



التجريب لحل مشكلة – وتسجيل البيانات والوصول الى استنتاجات محتملة تبحث أكثر وأكثر . هـذه الخطوات من الطريقة العلمية تدخل فى هـذه التجربة التى يجريها بعض التلاميذ . والشكل يوضح التاريخ وكمية الماء المضاف وكمية الماء الخارج وكذلك كمية التربة التى يجرفها الماء .

الحجر الجمركى على المحصولات المستوردة ؟ والتقرير لابد أن يشمل أهميـة اجراءات الحجر الزراعى على المنتجات والمحصولات الزراعية والحيوانية وكيف تنفذ هذه القوانين لوقاية المحصولات من الآفات الخارجية .

٢ – هل توجد فى بيئتنا المحلية حشرات أو آفات زراعية لها خطورة على محصولاتنا ؟ (دودة القطن مثلا) .

٣ – هل يوجد لدينا نباتات أو حيوانات فى طريقها الى الانقراض وماهى الاجراءات التى نتبعها لوقف هذا الخطر ؟

٤ – ماهى بعض الاجراءات التى تتخذ فى المدرسة للمحافظة على الأشياء والمصادر المختلفة (الاقتصاد فى استعمال الماء – دهان الحديد لمنعه من الصدأ – اطفاء الأنوار اذا كان الضوء الطبيعى كافيا ... الخ) . وقد يحتاج الأمر الى أن يشمل التقرير بعض المقترحات لتقليل الاستهلاك وتحاشى الاسراف فى استعمال بعض المواد والأشياء .

وقد نجد مقترحات أخرى فى أثناء مزاولة هذه المناشط مثل (ماهى الحشرات والآفات التى تنتشر فى جمهوريتنا وماهى الأضرار التى تسببها ومقدار الخسارة التى نعانيها بسببها – وما هى وسائل مقاومة هـذه الآفات وما تأثير استعمال بعض المبيدات الحشرية فى غير هـذه الآفات من كائنات حية – ماهى الوسائل التى نستعملها للمحافظة على الماء من الضياع فى البحر (الخزانات – السد العالى – القناطر) . ماهى المشروعات التى تهدف الى زيادة انتاجنا الزراعى والحيوانى : (السد العالى – مديرية التحرير – استغلال المعادن والخامات المعدنية – التصنيع) . ماهى الخامات التى توجد فى أراضينا وكيف نستغلها ونحافظ عليها : (الفوسفات – الحديد – الكبريت – الحجر الجيرى – الجرانيت – البترول) . ماهى الأسمدة التى نستعملها أو ننتجها فى الجمهورية وما فائدتها للتربة .

هـذه أمثلة لأوجه نشاط أخرى يستطيع التلاميذ القيام بها على المستوى المناسب لهم ولخبراتهم السابقة ومن الضرورى أن نؤكد أهمية المحافظة على الثروات الطبيعية فى أثناء تنفيذ هذه المقترحات .

دراسة مصادر المياه

مشكلة المياه تعتبر من المسائل الحيوية فى كل الدول تقريبا وتزداد أهميتها فى بعض البلاد عن الأخرى • وأينما كانت المنطقة التى بهـا المدرسة أو التى يسكنها التلاميذ فلابد من محاولة التلاميذ الاجابة عن الأسئلة الآتية :

من أين تأتى المياه التى نستعملها ؟

كيف وأين تنقى ؟

هل هنـاك خوف من نضوب المصدر الذى يزودنا بها ؟

هل هناك وسيلة لزيادة كمية الماء التى ترد الينا ؟

واذا كان المصدر الذى يزود المنطقة بالماء عبارة عن بئر فيمكن البحث عن المورد الذى يزود هذه البئر بالماء • وهنا فرصة مناسبة لدراسة تكون الآبار وكيفية وصول الماء اليها ومعرفة خصائص المياه الجوفية والطبقات التى تخترقها والاحتياطات اللازم مراعاتها فى استعمالها ووقايتها من التلوث ••• الخ •

واذا كانت المياه تأتينا من بحيرة أو ترعة أو غير ذلك من المصادر فلابد من قيام الأطفال بزيارة هذا المصدر ان أمكن لمعرفة مدى كفاية المصدر ، وهل هناك خوف من نضوب المصدر ، وماهى الطريقة المستعملة فى تنقية الماء الذى يزودنا به هذا المصدر ؟ ويمكنهم زيارة محطة تنقية ماء الشرب ومشاهدة أحواض الترسيب والمرشحات وقد تبدو هذه العملية بعيدة بعض الشىء عن موضوع المحافظة على مصادر الثروة ولكن الحقيقة أنها وثيقة الصلة بها وخصوصا أن الأطفال لابد سيتشوقون لمعرفة عمليات تنقية الماء الذى يشربونه ، ومن ثم فلابد من الاشارة اليها •

البدء فى مشروع تشجير عمل غابة مدرسية

لا شك أن اشتراك التلاميذ فى مشروع للتشجير يكسبهم خبرة عملية ويشعرهم بفائدة الأشجار وأهميتها فى حياتنا • ومع أن معظم هذه المشروعات يقوم بها تلاميذ المدارس الثانوية عادة الا أن تلاميذ المدارس الابتدائية يساهمون مساهمة فعالة فى تنفيذ مثل هذه المشروعات • وغالبا مايكون بالقرب من المدرسة فى المناطق الريفية أو فى حديقة المدرسة فى المدن بعض المساحات غير المزروعة من الأراضى مما يمكن زراعتها بالأشجار • وفى هذه الحالة يجب أن تحدد المنطقة التى ستدخل فى المشروع ثم يقوم التلاميذ بزراعة أشجار صغيرة فيها وقد يستعين الأطفال بالأخصائيين فى وزارة الزراعة لاختيار أصناف الأشجار المناسبة وطرق زراعتها والعناية بها ، وقد تزود الوزارة التلاميذ بالأشجار اللازمة لمشروعهم • ويمكن للتلاميذ متابعة نمو هذه الأشجار وعمل سجل به بيانات عن عدد الأشجار التى ماتت والتى أصيبت بمرض والتى هاجمتها حيوانات أو حشرات • ومن هذه البيانات يستنتج الأطفال أهمية زراعة عدد أكبر من العدد اللازم فى أول الأمر ليعوض الخسارة التى تحدث بموت بعض هذه الأشجار •

عمل تقارير عن نمو الأشجار

انها ولا شك قصة شائقة تلك التى يستطيع الأطفال كتابتها عن تاريخ حياة الشجرة منذ زراعتها حتى تكبر بدرجة كافية للاستفادة منها • واذا لم يتيسر تنفيذ مثل هذا المشروع يستطيع الأطفال انتخاب شجرة فى الحديقة أو فى الشارع وملاحظة نموها وما يطرأ عليها من تغير فى الفصول المختلفة وماقد يصيبها من أمراض أو حشرات وماهى الفائدة التى تجنيها منها وكيف تتكون عليها الأزهار ، ثم الثمار والبذور ••• الخ •

ويمـــكن للأطفال أن يتخيلوا قصة زراعة هــذه الشــجرة حتى وصلت الى حجمها الحـالى • وفى كتابة مثل هذه القصة يكتسب الأطفال خبرة فى التصور والتخيل المدعمة بالحقائق والمعـلومات • وقد يعد أطفال الفصـل عناصر القصــة بالتعاون بعضهم مع بعض ثم توزع أقسامها على مجموعات منهم فتكتب كل مجموعة جزءا من القصة •

دراسة قوانين الصيد

يقوم الأطفال هنا بجمع بيانات عن القوانين والتعليمات التى تضـــعها الدولة لتنظيم عملية صيد الطيور والحيوانات البرية والأســـماك وفى مناقشة مثل هذه القوانين يحاول التلاميذ البحث والاجابة عن مثل هذه الأسئلة :

لماذا توضع القيود على صيد الحيوانات البرية؟

لماذا يتطلب الأمر استخراج رخصة للسلاح وأخرى للصيد ؟

ماهى الجهات التى تصدر هذه الرخص ؟

لماذا تحدد مواسم معينة للصيد ؟

لماذا يجب علينا اطاعة هذه القوانين ؟

بديهى أن هذا الموضوع قد يكون أكثر صلة بالمواد الاجتماعية منه بالعـلوم • وهنـــا أيضا مناســبة توضح لنا الصـــلة التى تربط العلوم بعضها ببعض •

إعداد خريطة

بعد أن ينتهى الأطفال من دراسة موضـــوع المصـــادر الطبيعية يحسن البدء فى عمل خريطة للجمهـــورية لتنظيم وتلخيص ماأستوعبوه من معلومات • وقد تظهر مشكلة أى نوع من الخرائط يحسن أن نعمله لكى يســاعد على مشاركتنا فيما أمكننا تعلمه من حقائق واتجاهات عن مشـــكلة المحافظة على مصادر الطبيعة • وعندئذ يمكن تحديد نوع وحجم الخريطة والمواد التى يمـكن استعمالها والمعـلومات التى يجب أن تتضـمنها وكيفيـــة عرضها • هذه المسائل لابد أن يحددها التلاميذ بأنفسهم •

ويجب أن تكون الخريطة كبيرة الحجم بدرجة كافية وعلى ورق أبيض وليس من الضرورى أن تكون باهظة التكاليف • ويجب أن تبين الخريطة مواقع الأنهار والبحار والبحيرات والعاصمة والمدن الكبرى والهامة ، وذلك للمســاعدة على تحـديد أماكن المصادر الطبيعية بسهولة •

وفيما يلى بعض مايمكن أن تظهره مثل هذه الخرائط : مصائد الأسماك ، الحدائق العـامة ، أماكن الصيد ، أماكن الغابات ان وجدت ، مناجم الفحم وآبار البترول ، أماكن الســدود والقناطر والخزانات ، أماكن المشروعات المتصلة بالتحكم فى المياه والجارى العمل بها (السد العالى) ، مناطق تآكل التربة ، الملاحات ••• الخ •

وبديهى أن هناك تباينا وتنوعا فى الخرائط التى تعدها مختلف المدارس • ويمكن الحصول على المعــلومات اللازمة للخريطة من جهـات متعددة (كتب ، نشرات ، كتيبات ، مجـلات ، خبراء ، أهالى ••• الخ) •

واذا قام التلاميذ بتصميم واعـداد الخريطة بأنفسهم فالأمر يقتضى توزيع العمل على مجموعات منهم • ولكى يعين مقيـاس الرسم اللازم يقتضى الأمر اجراء عدد من العمليات الحسابية (ويحتاج الأمر لمساعدة الأطفال فى هذه العمليات التى ربما كانت أعلى من مستوى بعضهم) • ويتضمن العمل فى رسم الخريطة معـلومات من الجغرافيا لتحديد الأماكن المطلوبة وأخرى من التربية الفنية لانتاج عمل حسن المظهر • وعند الانتهاء من عمل الخريطة يمكن للتلاميذ تقديم وعرض نتيجة عملهم والتحدث عن أهم محتوياتها • هـــذه الأحاديث يجب أن ترتجل ولا داعى لأن تكون مكتوبة أو معدة سلفا .

ويمكن عرض هذه الخريطة فى اجتماع لمجلس الآباء والمدرسين وحبذا لو عرض معها فيلم عن المصادر الطبيعية اذا تيسر الحصول عليه • واذا أمكن استدعاء أحد الخبراء فى هذا الموضوع ليقدم عرضا له فى الاجتماع فلا شك أن الفائدة تكون أعم وأجدى . ويكتسب التلاميذ خبرة جديدة اذا أمكن لبعضهم المساهمة فى التحدث الى أعضاء مجلس الآباء • ولا شك أن فى مثل هذه المناشط تدعيما للرابطة بين المدرسة والبيئة ومثالا حيا لاستخدام المواد المحلية فى زيادة ثقافة الأهالى سواء عن المصادر الطبيعية فى بيئتهم أو عن نواحى نشاط المدرسة واهتمامها بمثل هذا الموضوع الحيوى •

القيام برحلة

من الضرورى أن يقوم التلاميذ برحلة أو أكثر تستغرق يوما كاملا لمشاهدة بعض مادرسوه فى هذا الموضوع ويمكن أن تنظم هذه الرحلة خلال دراسة موضوع المصادر الطبيعية • ويمكن أن تكون الرحلة وسيلة لاثارة اهتمام التلاميذ بالموضوع • ويحسن الاستعانة بأحد المتخصصين أو المرشدين الزراعيين لاقتراح أماكن الزيارة والأشخاص الممكن الاستعانة بهم ويمكن الاستعانة ببعض أولياء الأمور ان أمكن لتقديم التسهيلات الممكنة اذا أخطروا بتفاصيل عن الرحلة قبل موعدها بوقت كاف •

ولا شك أن لمثل هذه الرحلة فائدة عملية لا تقدر . واذا لم يتسع الوقت ليوم كامل فيمكن أن يقوم كل فرد من أفراد المجموعة بجمع ملاحظاته عن ناحية معينة ثم يعرض نتائج مشاهداته على المجموعة • كما يستطيع التلاميذ جمع معلومات كثيرة من زيارات قصيرة للمناطق القريبة من المدرسة • وفى كل حالة لابد من الاهتمام بمناقشة التقارير التى يقدمها أفراد المجموعة وتلخيص نتائجها •

وفيما يلى مقترحات لأشياء يمكن مشاهدتها فى رحلة يوم واحد • وربما يصعب رؤية كل هذه الأشياء فى مكان واحد وفى رحلة واحدة ولكن معظمها يمكن تحقيقه على أية حال :

١ – حاول معرفة الوسائل التى تتخذ لحماية الطرق الزراعية من التآكل •

٢ – شاهد بعض الأراضى غير المستغلة وحاول أن تحدد السبب فى تركها كذلك : هل لأن الأرض فقيرة أو مستهلكة أو لأى سبب آخر ؟ لاحظ مايحدث لهذه الأرض ان لم تكن مغطاة بالحشائش أو غيرها من النباتات •

٣ – لاحظ الفرق فى آثار التآكل بين الأراضى المزروعة والأراضى البور •

٤ – لاحظ أثر المجارى المائية فى النحت فى الأرض • تأمل شواطىء الأنهار وافحص المياه لتعرف هل هى عكرة بتأثير مافيها من طمى •

٥ – اذهب الى منطقة بها أشجار كثيفة واحفر فى الأرض التى تحت الأشجار لتعرف خصائص التربة ، لاحظ قدرة الأرض على امتصاص الماء • خذ عينة من هذه التربة معك لفحصها بدقة •

٦ – اذا تصادف وجود منطقة قريبة دمرها الحريق فاذهب لزيارتها وشاهد أثر الحريق فى حياة النبات والحيوان بها وقارن بينها وبين منطقة مجاورة لم يمسها الحريق •

٧ – لاحظ أثر الحشرات على أوراق بعض النباتات وحاول أن تعرف هل الضرر بليغ أو بسيط يمكن علاجه وكيف يمكن وقفه .

٨ – قم بزيارة مزرعة نموذجية • لاحظ كيف يعمل المشرفون عليها على المحافظة على ثرواتها وكيف أمكنهم استغلالها بطريقة

اقتصادية منتجة ـ لاحظ كيفية ريها ومن أى المصادر تستمد ماءها ... الخ .

٩ ـ قم بالاشتراك مع زملائك فى المدرســة بتنظيم رحلة الى جهة خلوية . وتعلم كيف يتم اختيار المكان المناسب لعمل معسكر توقد النار فى وسطه . ولاحظ كيف تشعل النار مع أخذ الاحتياطات اللازمة لعــدم انتشــار الحريق وكيف تتأكد من اطفاء النــار باســتعمال المــاء والرمــل وحبذا لو أمكن توزيع العمل على مجموعات من التلاميذ تتولى كل مجموعة منها مسئولية معينة : مجموعة لاشعال النار واطفائها مثلا ... ومجموعة أخرى للحكم على مدى سلامة الاجراءات التى اتخذتها كل مجموعة فى تنفيذ عملها ثم مناقشــة أعمال كل مجموعة أولا فأولا .

١٠ ـ حاول البحث عن الأماكن الملائمة لمعيشة الطيور وابحث عن بعض هــذه الطيــور وتعرف نوع الغــذاء الذى تتناوله وكيف تطعم صغارها .

١١ ـ ابحث عن مكان بدأت تنبت فيه شجيرات صغيرة . حاول معرفة كيف نبتت هــذه الشجيرات فى هــذه المنطقة . وهل نمت من بذور أشجار قريبة . وهل هى برية أو ملك لصاحب أرض مجاورة . وماهى قيمتها الاقتصادية ؟

١٢ ـ ابحث لعلك تجد أماكن حظر فيها الصيد أو القنص . وحاول الاستدلال على سبب حظر الصيد فى هذه المنطقة .

١٣ ـ ابحث عن احتمال وجود حيوانات أو طيور برية كالصقر وهل صيدها مباح أم لا .

١٤ ـ خذ عينات من التربة لفحصها فيما بعد .

مصادر البحث

١ ـ قادة أندية الشــباب التى تهتم بمصــادر الطبيعة ومعسكرات العمل .

٢ ـ ادارات ومصالح الزراعة والثروة الحيوانية والمائية .

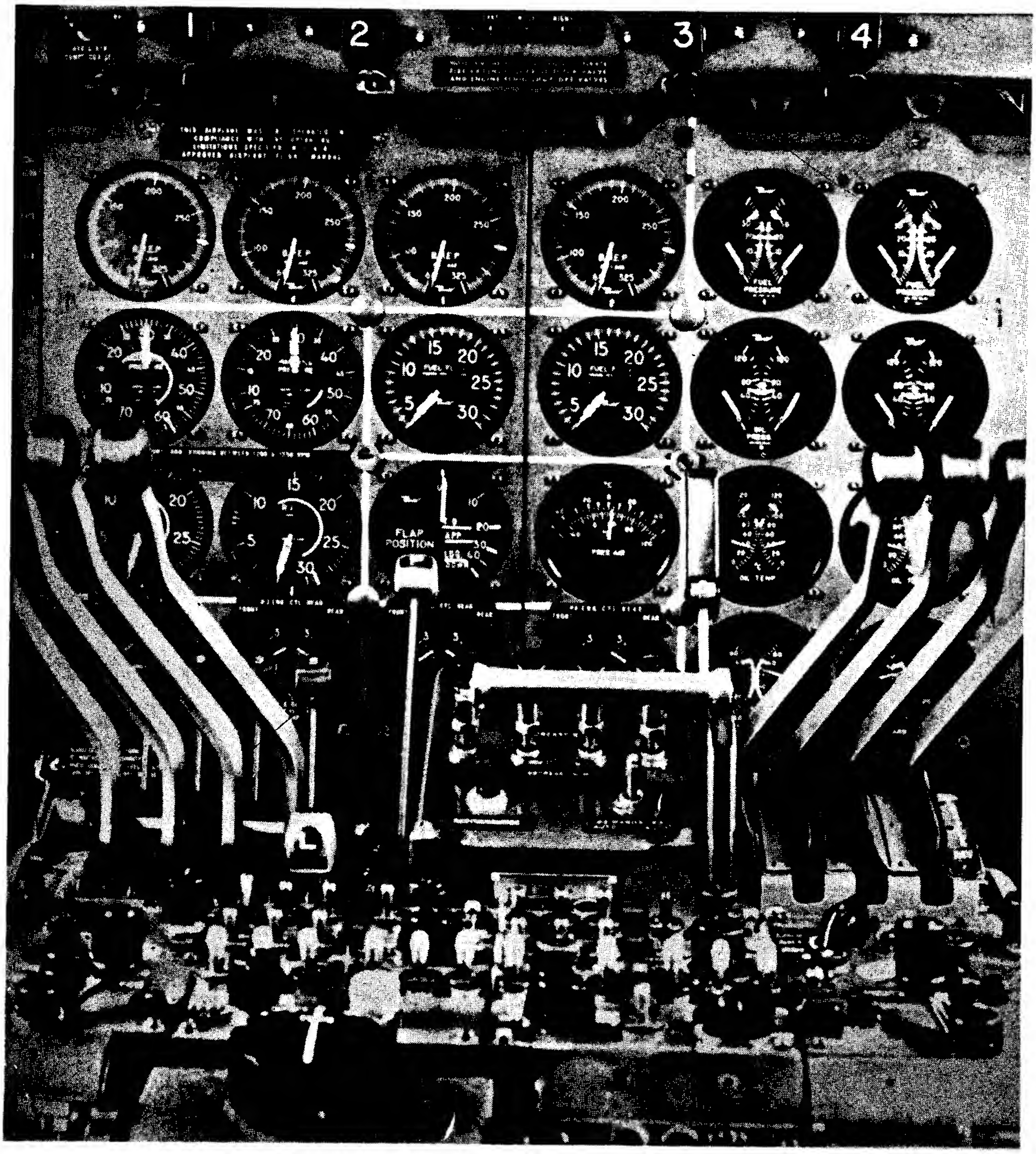
٣ ـ ابحث عن كتب ونشرات وأفــلام تتناول موضوع المصادر الطبيعية .

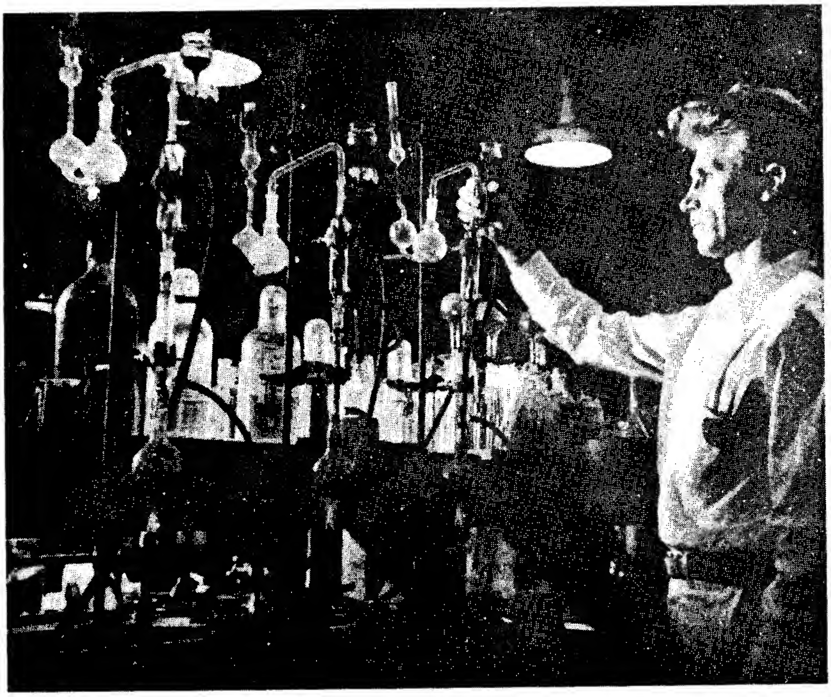
٤ ـ محطات تنقية المياه ومحطات أعمال المجارى .

٥ ـ أفلام ولوحات تتعلق باســتغلال وحماية المصادر الطبيعية .

الجزء الرابع

المادة والطاقة





الفصل السادس عشر – أ

تركيب المادة

من أهم التعميمات العلمية هو أن الاحداث الكبرى ترجع فى أصولها الى خصائص الجزيئات الدقيقة • فقد رأينا مثلا أن تأدية الحيوان أو النبات لوظائفه تعتمد تماما على نشاط الخلايا التى تتركب منها أجسامها • فلنحاول أن نتعمق فى البحث فى خصائص الدقائق الأساسية التى يعتبر نشاطها مسئولا عن كل مايحدث فى الكائنات الحية وغير الحية ابتداء من النبات الصغير وهو يتجه نحو ضوء الشمس الى الكون وكيفية بنائه وتكوينه •

فلنأخذ مثلا مادة من المواد المألوفة ولتكن كوبا من الماء : ماذا يقول العلم عن تركيب دقائق الماء الذى يحتويه هذا الكوب ؟

اذا سكبنا نصف محتويات الكوب فسيظل لدينا فى الكوب نفس المادة ، وهى الماء • اسكب نصف ماتبقى فى الكوب وكرر هذه العملية فهل تصل هذه العملية الى درجة تصبح فيها كمية الماء صغيرة بحيث اذا استمرت عملية القسمة حصلنا على مادة أخرى خلاف الماء ؟ أم أن التقسيم ليس له حدود يقف عندها ؟

الجزيئات

ان هناك حدا لهذا الانقسام ، ونصل الى هذا الحد عندما يتبقى فى الكوب جزىء واحد فقط من الماء • ونستطيع أن نقسم هذا الجزىء بسهولة (بواسطة التيار الكهربى) ، ولكننا اذا فعلنا ذلك فلن يصبح لدينا ماء اطلاقا • ماالذى ينتج عن انقسام الجزىء اذن ؟ هذا ماسنناقشه هنا •

يبدو الماء لنا كما نرا ونتذوقه ونلمسه كما لو كان كتلة واحدة من مادة بسيطة ومن الصعب علينا أن نتصور أنه يتركب من جزيئات دقيقة ، أو أن هناك أى تشابه بينه بين زجاجة مليئة

بالبلى مثلا . ولكن الواقع فعلا أن الماء يتركب من وحدات مميزة منفصلة بعضها عن بعض هى التى نسميها جزيئات ، وهى دقيقة بدرجة أن كوب الماء يحتوى على ملايين البلايين من جزيئات الماء تحوى حيزا كبيرا من الفراغ بينها .

وتعتبر نظرية تكون المـادة من جزيئات من النظريات الأساسية فى العلوم . وهى تنطبق على المواد السائلة والغازية والصـلبة . فأى غاز كالهواء مثلا يتركب من جزيئات تفصلها مسافات واسعة . وحتى الجسم الصلب مثل ســاق من الحـديد مكون من جزيئات منفصـلة بينها قدر لا بأس به من الفراغ .

وتختلف الجزيئات بعضها عن بعض من عدة نواح كما سنرى فيما بعد ، ولكنها تشـترك فى خاصية واحدة : انها فى حركة مستمرة فى جميع الاتجاهات . وقد « تهرب » بعض الجزيئات من مكانها . فعندما نرش الشارع بالماء لا يلبث هذا الماء بعد برهة أن يختفى ، لأن جزيئات الماء قد قفزت الى الهواء وغابت عن أنظارنا مختفية مع بخار الماء الذى يحمله الهواء . واذا حدث وانخفضت حرارة هـــذا الهواء كما يحدث عندما يرتفع الهواء الى الطبقات العليا من الجو فان جزيئات الماء تفقد بعض نشاطها وتتصل مع بعضها مكونة قطرات صغيرة تتكون منها السحب .

وبالمثل اذا أذبنا قالبا من السكر فى فنجان قهوة فان جزيئات السكر تقفز من قالب السكر وتختفى متحركة بين جزيئات السائل فلا تلبث اذا تذوقت القهوة أن تشعر بحلاوة السكر .

والسؤال الذى قد يتبادر الى أذهاننا بشأن النظرية القائلة بأن المـــادة تتركب من جزيئات منفصلة وأن هناك مسافات تتخللها هو : ماهى القوة التى تسبب تماسك هذه الجزيئات ؟ وماالذى يكسب ساق الحديد مثـلا هـــذه الصلابة والقوة والمتانة ؟ ان سر التماسك يكمن فى قوة التجاذب التى تربط الجزيئات بعضها ببعض بدون حاجة الى مادة لاصقة كمـا ينجذب المســمار الحديدى الى المغناطيس من بعد .

وعلى هـــذا نستطيع أن نضيف الى خواص الجزيئات المنفصلة الدائمة الحركة خاصة جديدة هى خاصية التجاذب المستمر بينها . وفى الأجسام الصلبة تصل قوة التجاذب هذه الى الدرجة التى تمنع الجسم الصلب من تغيير شــكله بسهولة ، فحركة الجزيئات فى الجسم الصلب محصورة فى حيز ضيق ، بينما فى ســائل مثل الماء لا تكون حركة جزيئات الماء مقيدة كجزيئات الجسم الصلب. وقد تقفز بعض هــذه الجزيئات هاربة من مكانها لتتجول قليلا . ان هذه الحرية فى حركة الجزيئات تجعل للماء القدرة على أن يتشكل بشــكل الاناء الذى يوضع فيه . أما فى الغاز فان قوة حركة الجزيئات كبـيرة بدرجة تجعلها تتناثر بسرعة . ولتتأكد من ذلك افتح زجاجة بها نشادر فى ركن غرفة ليس بها أى تيارات هوائية وانتظر برهة يمكنك بعدها أن تشم رائحة النشادر فى كل ركن من أركان الغرفة ، والذى حدث هنـــا هـــو أن جزيئات غاز النشـــادر تركت الزجاجة وجالت بحرية وتخللت المساحات الواســعة التى تفصل جزيئات الهواء .

وهناك نقطة أخرى هامة هى : ان جزيئات النشادر تختلف عن جزيئات الماء وتختلف كلتاهما عن جزيئات أى مادة أخرى ، ولكن أى جزىء من جزيئات الماء لا يختلف عن جزيئات الماء الأخرى ، وكذلك تتشابه جزيئات النشادر تماما وهكذا .

والخلاصة أن للنظرية الجزيئية فروضا أربعة أساسية هى :

١ ـ تتركب المادة من دقائق متناهية فى الصغر تعرف **بالجزيئات** .

٢ ـ تتشابه جزيئات المادة الواحدة وتختلف عن جزيئات أى مادة أخرى .

٣ ـ جزيئات المادة تتحرك حركة سريعة مستمرة

٤ ـ تتجاوب جزيئات المادة بعضها مع بعض ٠

ولكن ماهى البراهين التى تؤيد النظرية الجزيئية ؟ ان هناك أدلة متعددة لن يتسع المجال فى هذا الفصل لمناقشتها كلها بالتفصيل لذا سنقتصر على دليلين :

١ ـ امزج قليلا من الكارمين الأحمر فى قليل من الماء ثم خذ قطرة من السائل وضعها على شريحة زجاجية وغطها بغطاء زجاجى ثم افحصها تحت الميكروسكوب مستعملا قوة تكبير ٤٤٠ أو أكثر ، فستجد أن دقائقها تتحرك لمسافات صغيرة باستمرار حركة (زجزاج) بدون توقف ٠ ماالذى يسبب الحركة فى مثل هذه المادة غير الحية ؟ المعتقد أن هذه الحركة مرجعها التصادم الذى يحدث بين دقائق الكارمين وبين جزيئات الماء الدقيقة غير المرئية المحيطة بها ٠ هذا فى الواقع دليل غير مباشر ٠

٢ ـ بواسطة الميكروسكوب الالكترونى الذى تصل قوة تكبيره الى ١٠٠٠٠٠ر١٠٠ مرة تمكن العلماء من رؤية بل وتصوير الجزيئات المنفردة لكثير من المواد ٠

الذرات

تتركب جميع المواد اذن من جزيئات منفردة دائمة الحركة . ولنرجع الآن ثانيا الى كوب الماء لنرى ماذا يحدث لو قسمنا جزيئات الماء ٠

من التجارب المألوفة التى تجرى فى حصص العلوم بالمدارس الثانوية تحليل الماء بواسطة امرار تيار كهربى فيه ٠ فى هذه التجربة ينتج عن تحليل الماء نوعان من الغازات يمكن باختبارهما أن نجد احداهما أوكسجين والآخر ايدروجينا . وبالقياس الوزنى الدقيق وجد أن مجموع وزن هذين الغازين متساو تماما مع وزن الماء الذى نقص ٠ واذا استمرت هذه العملية (فى جهاز تحليل مناسب) فان النتيجة النهائية هى أن الماء كله يختفى متحولا الى غازى الأوكسجين والأيدروجين ٠

الواقع اذن أن الماء يمكن تمزيقه الى مادتين جديدتين ٠ وهذا ممكن لأن كل جزىء من جزيئات الماء يتركب من نوعين من دقائق أصغر هى الذرات وبالذات يتركب جزىء الماء من ذرتين من الايدروجين وذرة واحدة فقط من الأوكسجين ٠ والواقع أن استعمال كلمة تمزيق أو تقسيم هنا ، فيه شىء من التساهل ؛ فالتقسيم قد يوحى بأننا حصلنا نتيجته على قسمين متشابهين فى حين أن الواقع هو أن جزىء الماء ما هو الا التحام أو اتحاد ذرة أوكسجين وذرتين من الأيدروجين ٠ ولهذا يرمز العلماء لجزىء الماء بالقانون (يد ٢ أ) ٠

ويلاحظ أيضا أن خصائص المادة الجديدة الناتجة عن هذا الاتحاد تختلف تماما عن خصائص المواد الأصلية ، فالأيدروجين غاز قابل للاشتعال ، وبمعنى آخر أن اتحاد الأوكسجين والأيدروجين لتكوين ماء يفقدهما خواصهما الأصلية ، فاتحادهما لا يترتب عليه تكوين مادة لها خواص وسط من خواص كل منهما ، ولكن الواقع أن للمادة المكونة منهما خواص جديدة تختلف تماما عن خواص الأوكسجين والأيدروجين وأساس علم الكيمياء هو عمليات الاتحاد التى من هذا النوع العجيب ٠ وبمثل هذه الطريقة تتحد ذرة معدن أبيض شمعى سام مع ذرة من غاز أخضر سام ، ويتكون عن اتحادهما جزىء ملح الطعام العادى ٠ فعلماء الكيميا يعرفون أن ذرة من الصوديوم + ذرة من الكلور تكون جزيئات من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) ٠

والذرات المتحدة يمكن أن تفصل بعضها عن بعض ثانيا ؛ فجزىء ملح الطعام مثلا يمكن اعادته الى مكوناته الأصلية أى الى ذرة من الصوديوم وذرة من الكلور وليس هناك أى تشابه بين هاتين الذرتين وبين جزىء ملح الطعام ٠ انها مجرد صوديوم نقى وكلور نقى ٠

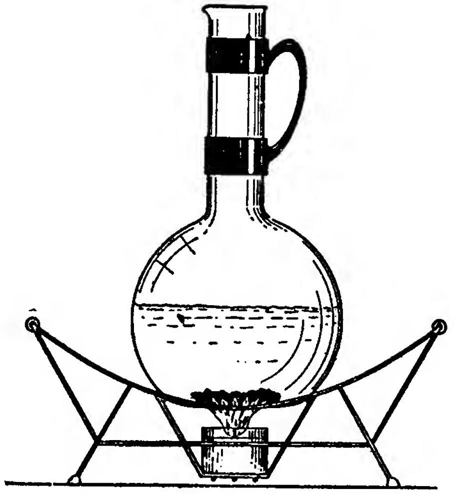
والجزيئات عموما عبارة عن ذرات ملتحمة • وفى بعض الحالات كما فى غاز الهليوم الموجود فى الجو يتركب الجزىء من ذرة واحدة حيث يكون الجزىء والذرة شيئا واحدا • وفى حالات أخرى – كما فى حالة المواد البروتينية – يتركب الجزىء من آلاف من الذرات •

ولنبحث الآن بتفصيل أكبر فى تركيب الجزيئات • يتركب جزىء ثانى أكسيد الكربون مثلا (وهو الغاز الذى يظهر على شكل فقاقيع فى المياه الغازية) يتركب من ذرة كربون وذرتين من الأوكسجين وقانونه هو ك أ$_{٢}$ • والأوكسجين الذى نستنشقه فى الهواء يتركب من جزيئات كل جزىء منها عبارة عن ذرتين من الأوكسجين وقانونه أ$_{٢}$ • والكحول الذى يدخل فى تركيب بعض المشروبات الروحية يتركب من جزيئات تحوى ذرات كربون وأيدروجين وأوكسجين وقانونه ك$_{٢}$ يد$_{٦}$ أ • والسكر فى عصير العنب قانونه ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ •

فى تلك المواد التى أشرنا اليها عرفنا خمسة أنواع من الذرات هى الكربون والأيدروجين والكلور والأوكسجين والصوديوم • وبدراسة جميع المواد المعروفة على سطح الأرض وجد أن هناك ٩٢ نوعا من الذرات المختلفة فى الطبيعة • (ولو أن هناك بعض أنواع أخرى من صنع الانسان سنتناولها بالبحث فى فصل ١٩ أ) – هذه الدقائق الأساسية تعرف بالعناصر فى علم الكيمياء • ولما كان هناك ٩٢ نوعا من الذرات فان لدينا اذن ٩٢ عنصرا* ومن العناصر المألوفة :

الألومنيوم	اليود	البلاتين
الأرجون	الحديد	الراديوم
الكربون	الرصاص	الفضة
الكلور	الزئبق	الصوديوم
النحاس	النيون	الكبريت
الذهب	النيكل	التنجستين
الهليوم	النتروجين	اليورانيوم
الأيدروجين	الأوكسجين	الزنك (الخارصين)
	الفوسفور	

هذه المواد الأولية بخلاف الماء والملح والسكر



عند احتراق الشمعة تدخل الذرات فى مجموعات جديدة بحيث لا يفنى شىء منها •

لا يمكن تقسيمها الى مواد أبسط منها (سنفسر هذه النقطة بشىء من التفصيل عند الحديث عن التركيب الذرى فى فصل ١٩ أ) وعلى هذا فمعدن الفضة يتركب من ذرات الفضة فقط • وكذلك يتركب غاز الهليوم من ذرات الهليوم فقط. أما الماء والسكر وملح الطعام فتتركب من جزيئات مكونة من أكثر من نوع من الذرات وهى أمثلة لنوع من المواد يعرفه الكيمويون باسم «مركبات» ويبلغ عدد المركبات المعروفة أكثر من نصف مليون مركب ولكن جميع هذه المركبات تتركب من مجموعات من العناصر ال ٩٢ المعروفة •

والعناصر المختلفة تتفاوت فى نسبة وجودها فى الطبيعة ، فهى ليست موجودة بكميات متساوية وبعضها نادر الوجود • وفى الجدول التالى العناصر العشرة المألوفة التى تكون ٩٩٪ من مواد القشرة الأرضية •

التغيرات التى تحدث فى الجزيئات

سنبحث الآن فيما يحدث فى الجزيئات نتيجة التغيرات التى تحدث حولنا • فعندما يتحول الماء الى بخار لا تتكون مادة جديدة ؛ فبخار الماء مازال يتركب من نفس جزيئات الماء ؛ فهو يتركب

* تم اكتشاف ١٠٣ عناصر كيموية حتى الآن •

العنصر	نسبته المئوية فى القشرة الأرضية
أوكسجين	٤٩٫٥٪
سليكون	٢٥٫٨٪
ألومنيوم	٧٫٥ ٪
حديد	٤٫٧ ٪
كالسيوم	٣٫٤ ٪
صوديوم	٢٫٦ ٪
بوتاسيوم	٢٫٤ ٪
مغنسيوم	١٫٩ ٪
ايدروجين	٠٫٩ ٪
تيتانيوم	٠٫٦ ٪
عناصر أخرى	٠٫٧ ٪
مجموع	١٠٠ ٪

من ذرتى أيدروجين وذرة أوكسجين ومازال قانونه يد٢ أ ٠ ونفس الشيء يحدث عندما يتجمد الماء متحولا الى ثلج ٠ ويسمى هذا النوع من التغير من الصلابة الى السيولة الى الغازية «تغيرا طبيعيا». ولقد عرفنا فى (فصل ١٠ أ) بعضا من هذه التغيرات الطبيعية وسنعرف غيرها فى الفصول التالية عن الحرارة والآلات والمغناطيسية والكهربية والصوت والضوء ٠

ولكن هناك بعض التغيرات التى يترتب عليها تكوين مواد جديدة تختلف عن المواد الأصلية ٠ فتحليل الماء الى أوكسجين وأيدروجين الذى تحدثنا عنه قبلا هو أحد هذه الأنواع من التغيرات ٠ هذه التغيرات تسمى «تغيرات كيموية».

التغيرات الكيموية المألوفة : اذا تركنا مسمارا من الحديد ملقى فى الخارج بضعة أسابيع فاننا نلاحظ عليه تغيرا كبيرا ٠ فبعد أن كان سطحه لامعا أملس صلبا نجده أصبح مغطى بطبقة حمراء خشنة ٠ والذى حدث هو تغير كيموى فى حديد المسمار ٠ وتسمى المادة الجديدة المتكونة : « صدأ الحديد » ويسميها علماء الكيميا : « أكسيد الحديد » ٠ والذى حدث هو أن ذرات الحديد فى المسمار قد اتحدت مع ذرات أوكسجين من الهواء وكونت جزيئات من أكسيد الحديد أو الصدأ٠

وتحدث التغيرات الكيموية فى أثناء احتراق الوقود حيث تتحد ذرات الوقود مع ذرات الأوكسجين مكونة مواد جديدة ٠ وفى أثناء هذا الاتحاد تنطلق الطاقة بشكل حرارة وضوء ٠ فعندما يحترق الفحم مثلا فان الكربون يتحد مع الأوكسجين مكونا غاز ثانى أكسيد الكربون ٠ والشمعة العادية تحتوى ضمن تركيبها على ذرات الكربون والأيدروجين ، وعندما تحترق الشمعة تتحد ذرات الكربون مع ذرات أوكسجين الهواء مكونة غاز ثانى أكسيد الكربون ، وكذلك تتحد ذرات الأيدروجين فى الشمعة مع ذرات الأوكسجين من الهواء مكونة ماء ٠ ويختفى غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء المتكونان فى الهواء ٠ وتتركب طبقة السواد التى تغطى الأجسام التى تسخنها بواسطة الشمعة المشتعلة من ذرات كربون لم يتم احتراقه ، أى ذرات من الكربون لم يتم اتحادها مع الأوكسجين ٠

وقد يتصور البعض أن احتراق الشمعة واختفاءها عنا يعنى أن عملية الاحتراق تؤدى الى فناء المادة ٠ ولكن هذا ليس صحيحا ٠ ان كل ذرة لها كيانها ٠ كل ماهناك أن كل ذرة من ذرات الكربون والأيدروجين التى تتركب منهما الشمعة قد أصبحت جزءا من تكوين مركبات جديدة أخذت صورة جديدة ولكن لم يفن منها ولا ذرة واحدة ٠

ومن التغيرات الكيموية التى تجعل الحياة ممكنة على الأرض والتى نوقشت فى أكثر من موضع من هذا الكتاب ، التغيرات التى تحدث فى أثناء عملية التمثيل الضوئى ٠ ففى هذه العملية يتم فى النبات الأخضر اتحاد بعض الذرات الموجودة فى جزيئات ثانى أوكسيد الكربون مع بعض الذرات الموجودة فى جزيئات الماء لتكوين سكر

وينطلق الأوكسجين • ويعبر الكيمويون عن هذا التغير هكذا :

$$\text{٦ ك أ}_{٢} + \text{٦ يد}_{٢}\text{أ} \longrightarrow \text{ك}_{٦}\text{ يد}_{١٢}\text{أ}_{٦} + \text{٦ أ}_{٢}$$

ولتفسير هذه الرموز بالكلمات نقول : ان ٦ جزيئات من ثاني أوكسيد الكربون تتحد مع ٦ جزيئات من الأوكسجين لتعطى جزيئا واحدا من السكر وستة جزيئات من الأوكسجين . وبالمناسبة اذا أحصيت عدد الذرات فى الطرف الأيمن من هذه المعادلة ستجد أنها متساوية تماما مع عدد ذرات الطرف الأيسر • ان هذا التغير الكيموى بالذات ينتج عنه تكوين الغذاء والأوكسجين الذى يحتاج اليه الحيوان والنبات ويخلص الجو من ثانى أوكسيد الكربون •

وعملية الهضم التى ناقشناها فى الفصل ١٤ أ تتضمن عددا من التغيرات الكيموية ؛ فمثلا جزىء النشا الكبير بذراته العديدة يتفتت الى جزيئات سكر أبسط منه • ومن مميزات جزيئات السكر أنها صغيرة بدرجة تسمح لها بالنفاذ من جدار الأمعاء الى الدم •

وفى صناعة الخبز تلعب التغيرات الكيموية دورا هاما ؛ فالخميرة (وهى نبات وحيد الخلية) تؤثر فى السكر فى العجينة مكونة ثانى أوكسيد كربون وكحولا • ويساعد انطلاق غاز ثانى أوكسيد الكربون فى رفع العجينة وانتفاخ الرغيف • وهذا يجعل الخبز خفيفا اسفنجيا • أما كمية الكحول الصغيرة المتكونة فتتبخر فى أثناء عملية الخبيز • ويحدث مثل هذا التغير فى أثناء صناعة النبيذ ، مع فرق واحد وهو أنه فى هذه الحالة يتسرب ثانى أوكسيد الكربون ويتبقى الكحول مكونا الناتج النهائى . وفى كلتا العمليتين صناعة الخبز وصناعة النبيذ ، تؤثر خلايا الخميرة محدثة تغيرا كيمويا يسمى « تخمرا » •

وهكذا عرفنا كيف تدخل التغيرات الكيموية فى عمليات صدأ الحديد ، وفى الاحتراق ، وفى التمثيل الضوئى ، وفى الهضم ، وفى التخمر •

وتدخل التغيرات الكيموية فى آلاف من الأحداث والظواهر اليومية : مثل أكسدة الفضة ، حموضة اللبن ، تعفن اللحم ، تعويض وبناء أنسجة الجسم ، صناعة الصابون والبلاستيك وغير ذلك من التغيرات التى تمر بنا فى حياتنا اليومية • وتزداد أهمية تفهم هذه التغيرات عاما بعد عام بالنسبة للزراعة والصناعة والطب •

النظرية الذرية : يتبين لنا من الأمثلة السابقة أن الذرات تشترك فى جميع التغيرات الكيموية • وقد كان جون دالتون — وهو أحد مدرسى المدارس الانجليزية — هو أول من وصف لنا الذرة فى عام ١٨٠٨ •

وفيما يلى فروض دالتون الأربعة الأساسية فى صورتها الحديثة :

١ — تتركب المادة من عدد محدد من (١٠٠ تقريبا) من أنواع مختلفة من دقائق أولية تعرف بالذرات •

٢ — ذرات العنصر الواحد متشابهة لا تنقسم ولا تتغير (سنبعدل هذا الفرض فى الفصل ١٩ أ ليتفق مع النظرية الذرية الحديثة) •

٣ — تتكون الجزيئات من مجموعات من الذرات • والتركيب الذرى لجزيئات المركب الواحد متشابه •

٤ — التغيرات الكيموية عبارة عن تغير فى تكوين مجموعات الذرات لتكوين جزيئات جديدة مختلفة التكوين ، وبالتالى تتكون مركبات جديدة •

فكرة الإنسان عن المادة من أيام الإغريق حتى الآن

منذ أمد طويل والانسان يتطلع الى الكشف عن أسرار تركيب المادة ؛ فقد ذكر الفيلسوف

اليونانى أرسطو أن جميع المواد تتكون من أربعة عناصر أولية هى : التراب ، والهـواء ، والنار ، والماء • وأن مزج هـذه العناصر بنسب مختلفة ينتج عنه جميع المواد • فالعظام مثلا تتركب من جزئين من النار وجزء من التراب وجزء من الماء • واللحم يتركب من أجزاء متسـاوية من العناصر الأربعة •

ومع أننا نعرف اليوم جيدا أنه ما من واحد من هذه الأربعة يعتبر عنصرا حقيقيا ، وأن هناك مالا يقل عن مائة عنصر من العناصر المختلفة ، الا أننا ندين لهؤلاء الفلاسـفة اليونانيين بروح البحث التى قادتهم الى التساؤل : ماهى المكونات الأولية للمادة ؟ وكما ستعرف فيما بعد فى فصل عن الطاقة الذرية مازال الانسان يبحث عن اجابة هذا السؤال •

وعلى ذلك فان هذه الدراسة الاستطلاعية للجزيئات والذرات قد أكدت لنا بعض التعميمات الأساسية التى منها :

- جميـع المواد تتركب من دقائق منفردة متناهية فى الصـغر تعرف بالجزيئات وهى فى حركة دائمة •
- تتجاذب الجزيئات بعضها مع بعض •
- تتركب الجزيئات من ذرات ملتحمة بعضها ببعض على شكل مجموعات محددة •
- هناك حوالى مائة نوع من الذرات المختلفة تعرف بالعناصر •
- استطاع العلماء احصاء مايقرب من نصف مليون مركب •
- فى التغيرات الطبيعية لا يحدث أى تغير فى تركيب الجزىء •
- فى التغيرات الكيموية يطرأ على تركيب الجـزىء تغيرات يترتب عليهـا تكوين مركبات جديدة •
- تختلف خواص المركبـات عن خواص العناصر التى تدخل فى تركيبها •
- تلعب التغيرات الكيموية دورا هاما فى حياتنا •

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ اعمـل قائمـة ببعض التغيرات الكيموية الضارة واذكر ماالذى يتبع لمنع حدوثها •

٢ ـ استعمل ورق « عباد الشـمس » لاختبار السوائل والفواكه المختلفة لتعرف هل هى حمضية ، قاعدية أو متعادلة •

٣ ـ قم بزيارة أحد المصانع الانتاجيـة لمعرفة كيفية استخدام التغيرات الكيموية فى انتاج منتجات المصنع •

٤ ـ تخير بعض التغيرات الكيموية الهامة بالنسبة لك وحول معرفة كل مايمكنك عنها (ماهى الخامات المستعملة فيها ، ماهى النواتج التى يتخلص منها ، ماهو نوع الطاقة التى تتخلل التغير ، كيف تختلف خصائص النواتج عن خصائص المواد الخام المستعملة) •

٥ ـ وضح بالتجربة الفرق بين التغير الطبيعى والتغير الكيموى مسـتعملا بعض المـواد المألوفة •

٦ ـ حاول أن تعرف شيئا عن المواد الحديثة فى الفصل ١٦ ، حاول أن تعرف أين اكتشفت، ومن الذى اكتشفها ؛ ومتى ، وغير ذلك مما يمكنك جمعه من معلومات • احتفظ ببيان عن المصادر التى جمعت منها المعـلومات ، وصف الطريقة التى اتبعتها فى البحث •

٧ ـ اعمل قائمة تحوى أكبر عـدد ممكن من العناصر (بصورتها المنفردة) من الأشـياء التى حولك فى المنزل (النحاس فى السلك أو النقود ـ الأوكسجين الذى فى الهواء ـ القصدير الذى يغطى الاناء المعدنى ...الخ)•

٨ ـ احصر بعض المركبات البسيطة التى تقابلها فى أثناء اليـوم واذكر تركيبها الكيموى : مـاء يد٢ أ : أوكسـجين ، وأيدروجين ـ سـكر ك٦ يد١٢ أ٦ : كربون وأيدروجين وأوكسجين ـ ملح الطعام ص كل : صديوم وكلور ـ فقاقيع مياه غازية ك أ٢ : كربون وأوكسجين ـ وهكذا •



الفصل السادس عشر

تدريس «تركيب المادة»

يهمنا أن ننبه المدرسين فى المرحلة الابتدائية الى ألا يتعمقوا فى تدريس العناصر والمركبات والتغيرات الكيموية . فالموضوع يجب أن يقدم بشكل تمهيدى فقط دون أن ندخل ونستطرد فى التفاصيل العلميـة . والتجارب يجب أن تكون بسيطة للغـاية . ولابد من التركيز على ملاحظة الأطفال للمواد المحيطة بهم لتطبيق مادرسوه عمليا. وقد دلت التجارب السابقة على أن هذا الموضوع يدرس بنجاح فى الفرق العليـا من المرحـلة الابتدائية ، وهناك فى الفرق الأولى من الخبرات مايعتبر أساسا لدراسة هذا الموضوع .

وحالما يبدأ احتكاك الأطفال مع البيئـة واستكشـافهم لهـا عن طريق حواسـهم فانهم يتعرضون لكثير من أنواع المادة خلال الخبرات المتنوعة والمتعددة التى يمرون بها . فهم يختبرون خواص ومميزات المواد عن طريق تذوقها وقضمها ولمسها وشمها وكسرها ... الخ وهذه الأساليب يستخدمونها الى حد ما دون تعليم من الكبـار . ومن هنا تبدأ مهمتنا ، وعلينا أن ندرك أهمية هذه الأسـاليب فى الملاحظة المستمرة ، وفى محاولة معرفة تركيب المواد ، وفى تشجيعهم على استخدام حواسـهم فى الكشف عن خصـائص المواد . يساعدهم على النجاح فى محاولتهم تزويدهم بالمواد والأدوات وفرص التجريب . ويتم هـذا عنـدما

تشجعهم على اللعب بالصلصال والرمل والمـــاء والطمى وغيرها من المواد . ويمكن أن يزداد فهمهم للتغيرات الكيموية والطبيعية عن طريق الملاحظة المباشرة فى اعداد الطعام وطهوه وحفظه.فيلاحظون مثلا التغير فى اللون والشكل والتركيب والقوام الذى يصاحب تخمر اللبن واعداد شراب البرتقال ومربى التفاح وعمل الفشـــار والكراملة والجيلى والزبد ... الخ . وفى جميع هذه الخبرات يقوم المدرس الواعى بتأكيـــد لفت النظر الى هـــذه التغيرات لحظـة حدوثهـــا ، وأن يهتم بملاحظات التلاميذ وتعليقاتهم على مشاهداتهم ، ويهتم بوصف الأطفال لمـــا يشاهدونه من تغيرات وتصـــحيح أخطائهم ويزيد من اتساع خبراتهم وتنمية روح الملاحظة لديهم بتوجيهاته . كيف تغيرت المادة ؟ لماذا تظن أنها تغيرت ؟ هل تستطيع أن تعيدها الى ماكانت عليه قبل التغير ؟ هذه هى بعض الأسئلة التى يمكن أن تزيد من عمق خبرة الأطفال .

ولعلنا لا نقلق كثيرا لعـدم أمكان استعمال الألفاظ العلمية عند تدريسنا للمرحلة الابتدائية فالعلوم وسيلة للكشف وعند الاجابة عن سـؤال مثل « ماذا حدث ؟ » عن طريق المناقشة والملاحظة نكون قد بدأنا فعلا فى دراسة العلوم .

وفضلا عن الأمثلة المذكورة سـابقا فستجد فيما يلى بعض مقترحات لمناشط تساعد على زيادة تفهم تركيب المادة ومايحدث لها من تغيرات ، هذا بالاضافة الى كثير من أوجه النشاط الأخرى التى قد يصادفها المدرس فى أثنـاء ممارســـة أنواع النشاط الخاص بفرق المرحلة الأولى :

- صهر الثلج . تجميد الماء . تبخير الماء .
- اذابة السكر أو الملح فى الماء وملاحظـة اختفائه .
- عمل قوالب من الجبس أو المصيص .
- عمل « ليمونادة » أو كاكاو .
- ملاحظـة الثلج الجـاف (ك أ٢ متجمد) وهو يتلاشى .
- ملاحظة السائل فى الترمومتر وهو يتمدد وينكمش .

عمل مجموعة من العناصر

اذا فهم التلاميذ ماهية العناصر فقد أمكنهم معرفة أمثلة كثيرة منها . فيمكنهم مثلا أن يقوموا بجمع عينات من الحـديد والنحاس والرصـــاص والزئبق وغيرها من العناصر لعمل معرض صغير . ويمكنهم أن يعرفوا الكثير عن هـــذه العناصر عن طريق البحث فى دوائر المعارف وكتب العـــلوم والمجلات ثم عرض نتائج بحثهم على بقية أطفال الفصل . وقبـل أن يبـدءوا فى البحث والقراءة يمكنهم عمل قائمة بما يهمهم معرفته عن العناصر ، مثل : أين يوجد العنصر ؟ ، فيم يستعمل ؟ كيف اكتشف ؟ ، هل هو نادر الوجود ؟ ... الخ . واذا بدأ الأطفال بمثل هذه الأسئلة لتوجيـــه عمليـــة البحث والقرأءة ، فان ذلك لن يؤدى الى محاولة نقل الموضوعات من الكتب نقـلا مبـاشرا مما يجعلها غير مشـــوقة لتلاميـذ الفصل أو فى مستوى أعلى من قدرتهم على استيعابها . ويستطيع الطلبة عمل معرض لمجموعة من المركبات وكتابة تقارير عن عدد من المركبات البسيطة المألوفة منها. ويمكن ربط هذا النوع من النشاط بنشاط آخر ، وهو معرفة كيفية استفادة الصناعات المحلية من العناصر والمركبـــات المختلفة فى صـــناعاتهم . ويكتسب الأطفال خبرة أخرى فى الجغرافيـــا اذا حاولوا أن يكتشـــفوا من أين تأتى هــــذه المواد وما طريقة نقلها .

تحويل المادة من صورة لأخرى

لمعرفة المقصود بتحويل مادة من صورة الى أخرى يستطيع الأطفال القيـــام ببعض التجارب



تســاعد لوحـة الاعـلانات ف
العلوم • وقد جمع التلاميذ مجموعة
المألوفة المصــنوعة من عناصر يدر
ويبحث كل تلميذ فى الفصل عن أ
كما يبحث أيضا عن استخدامات أخر
المعروضة • وتساعد اللوحة على اثار
دراسة العلوم •

البسيطة لتوضيح هذا التحويل ، مثل صهر قطعة من الجليد فى اناء معدنى بتسخينها فوق شمعة مشتعلة أو موقد صغير (وتحويل جسم صلب الى سائل) ، أو تسخين الماء حتى يتبخر (تحويل السائل الى غاز) ، أو صهر قطعة من شمع البرافين ثم تركها تبرد (تحويل صلب الى سائل وسائل الى صلب) • لاحظ أن فى جميع هـذه التجارب لا تتكون مادة جديدة ، وكل ماهنـــاك أن المادة تحولت من صورة الى أخرى • ويستطيع الأطفال أن يبحثوا فيما يجرى حولهم عن عمليات تتحول فيها المادة من صورة الى أخرى فى الحياة اليومية وبخاصة فى المطبخ حيث يوجـد الموقد • وقد توجد الثلاجة ، وقد يجرون بعض المحاولات لمعرفة أهمية عمليات التحول فى صور المادة مثل تحول الحديد وغيره من المعادن من حالة السيولة الى حالة الصلابة ، والزجاج من السيولة الى الصــلابة • ويمكن عمل مجموعة من الصــور لتوضيح مهارة الانسان فى استغلال عمليات تحول المادة من صورة الى صورة أخرى فى صنع كثير من الأشياء التى يستعملها (الأوانى الزجاجية والمعدنية والتماثيل ••• الخ) •

البحث عن استعمالات العناصر

يجد الأطفال متعة كبيرة فى معرفة الأغراض التى تستعمل فيها العناصر ؛ فهناك اســتعمالات شـــائقة لكل من الكلور واليود والزئبق والنيون والكبريت والرصاص والنيكل والفوسفور والفضة والبلاتين والسليكون والكروم • ويصبح النشاط فعالا ومجديا اذا قام الأطفـــال بأنفسهم بمهمة البحث عن المعـــلومات وجمع الحقائق وتسجيل المصادر التى حصلوا منها على هـــذه المعلومات ، سواء أكانت هذه المصادر أشخاصا قاموا بسؤالهم أم كتبا قرءوها ، أم رحلات قاموا بها ، أم أماكن زاروها • واذا كنا ندرك أن أهميـــة البحث عن المعرفة لا تقل أهميـــة عن المعرفة نفســـها فمن الطبيعى أن نستغل مثل هذه المناشط فى تدريب التلاميذ عن البحـــث وراء الحقائق • فقد يذهب

الأطفال لهذا الغرض الى الصيدليات و «الجاراجات» ومحلات « البوية » والألوان والمصانع ومحلات الأدوات المنزلية وغيرها • وللحصول على المعلومات المطلوبة يمكنهم أيضا أن يرجعوا الى الكتب ودوائر المعارف وأن يتحدثوا مع الأطباء والصياغ والتجار وغيرهم من الأشخاص •

معرفة مصادر العناصر

أحيانا يشعر الأطفال بالدهشة والاعجاب عندما يعرفون أن المنطقة التى يعيشون بها مشهورة بانتاج مادة معينة تصدر الى بلاد مختلفة • وبعض هذه المواد عبارة عن عناصر مثل الحديد والنحاس والفضة والكبريت ••• الخ • وتفيد كتب الجغرافيا ودوائر المعارف فى تزويد الأطفال بمثل هذه المعلومات • كما يمكن الاستفادة أيضا مما قد يوجد فى البيئة ، أو احدى المناطق القريبة من المناجم ، أو مراكز التعدين التى يمكن زيارتها ، أو الاستعانة بخبرائها وعمالها • كذلك قد يجد الأطفال فى الجرائد بعض المعلومات عن العناصر وعن اكتشاف مناطق بها خامات جديدة مثل اليورانيوم •

الاستعانة بوسائل الإيضاح لإبراز فكرة الذرة والجزىء

ان فكرة الأطفال عن الذرات والجزيئات وخصائصها غالبا ماتكون فكرة مشوشة حتى ولو أمكنهم التحدث عنها بطلاقة • ومن الوسائل المعينة للأطفال على فهم مايدرسونه عن الذرة والجزىء بوضوح ، مساعدتهم على عمل نماذج ، أو لوحات لتوضيح ماقاموا بدراسته أو قراءته • ويمكنهم اقتباس بعض الأفكار من الكتب أو المجلات • فيمكنهم مثلا عمل لوحات على السبورة ، أو على الورق ، تمثل رسم الجزيئات فى حالة الصلابة والسيولة والغازية ، أو رسم مايوضح مايحدث لجزيئات الماء فى أثناء غليانه ، أو رسما توضيحيا لجزىء الأيدروجين لبيان أنه يحوى ذرتين ، أو رسما لجزىء الحديد حين تسخينه ••• الى غير ذلك من الأفكار التى قد يقترحها الأطفال أو المدرس •

إجراء بعض تجارب على التغيرات الكيماوية

تحدث التفاعلات الكيموية باستمرار فى حياة الأطفال وينتج عنها الكثير من الأشياء التى يستعملونها كل يوم • وهناك كثير من التجارب البسيطة مما يستطيع الأطفال الصغار القيام بها لفهم معنى التغير الكيموى • ويمكن الاستعانة بكتب الكيميا لاقتباس بعض المقترحات • والمهم أن يدرك الأطفال جيدا أن التغيرات الكيموية تنتج عنها مواد جديدة لها خواص تختلف تماما عن خواص مكوناتها الأصلية •

تجربة عن الصدا

أحضر مسمارين كبيرين لامعين من الحديد • ادهن أحد المسمارين « بالبوية » أو « الورنيش » واترك الآخر بدون دهان • ضع المسمارين رأسيا فى اناء يوجد بقاعه قليل من الماء وغط الاناء ليبقى الجو المحيط بالمسامير رطبا • اترك الاناء بضعة أيام ثم افحص المسمارين تجد أن المسمار الذى لم يدهن قد غطاه الصدأ ، أما المسمار المدهون فلم يصدأ لأن الأوكسجين الجوى اتحد مع حديد المسمار وكون الصدأ فى حين أن المسمار الآخر عليه طبقة عازلة حالت بين الأوكسجين الجوى وبين الحديد فلم يتكون الصدأ • اختبر بعضا من الصدأ الذى يغطى المسمار الأول تجد أنه يختلف عن الحديد تماما فهو مسحوق بنى هش •

مشاهدة التغير الكيموى

أحضر أنبوبة اختبار وضع بها كمية قليلة من السكر (ربع الأنبوبة) ، سخن السكر ولاحظ

مايحدث . وبعد احتراق السكر اترك الأنبوبة تبرد وتذوق طعم المادة المتبقية . انها لم تعد حلوة . هنا حدث تغير كيموى وتكونت مادة جديدة سوداء تختلف فى اللون والطعم عن السكر.

تحضير ثانى اوكسيد الكربون

ضع قليلا من الخل على بيكربونات الصودا ولاحظ مايحدث . قرب من الفقاقيع المتصاعدة عودا من الثقاب المشتعل (انظر ص ٤٣١) .

البحث عن تغيرات كيماوية

هذه التجارب التمهيدية تبين ماذا يحدث عندما تتم بعض التغيرات الكيموية . ان مثل هذه التغيرات تحدث باستمرار حول الأطفال بل وحتى فى داخل أجسامهم . ويستطيع الأطفال مما تعلموه حتى الآن الاجابة عن مثل هذه الأسئلة : ماالذى يحدث لحديد الجسر «الكوبرى» عندما يصدأ ؟ ولماذا يدهن بين آن وآخر ؟ ماالذى يحدث عندما يشب الحريق ؟ ماالذى يحدث لكمية من اللبن تركت بضعة أيام فى مكان دافىء ؟ ماالذى يحدث عندما نقلب مضخة الحريق التى تحتوى بداخلها على صودا وحمض .

وقد يحتاج الأطفال الى القراءة والملاحظة لمعرفة الرد على أسئلة كالآتية : مم يصنع الزجاج؟ ماالذى يحدث عندما يسود لون الفضة ؟ كيف يمكن تحضير ملح الطعام من الصوديوم (معدن خطر يحرق اللسان اذا لمسه) والكلور (وهو غاز سام) ؟ كيف يمكن تحضير الماء من عنصريه الأوكسجين والأيدروجين ؟ ماالذى يحدث فى أوراق النبات الخضراء من تغيرات تنتج لنا طعامنا ؟ ماالذى يجب أن يحدث للطعام من تغير داخل أجسامنا حتى يستطيع الجسم الاستفادة منه ؟ كيف تستعمل التغيرات الكيموية فى عمل الصور الفوتوغرافية ؟ لماذا تعتبر التغيرات الكيموية مهمة ؟

وقف التغيرات الكيماوية

من الواضح أن التغيرات الكيموية ليست كلها مفيدة بل ان كثيرا من هذه التغيرات يسبب لنا المتاعب والخسائر الكثيرة لكى نوقفها أو نعرقلها. وهناك من التجارب البسيطة مايؤكد ذلك . ويستطيع كل طفل أن يحاول أن يتعرف أحد هذه التغيرات الكيموية الضارة وكيفية وقف حدوثها ، وأن يقدم تقريرا للفصل عن بحثه . والمقترحات الآتية قد تساعد الأطفال على جعل مثل هذا البحث شائقا : « حاول أن تأتى بمثال لأحد التغيرات التى لم يسبق لأحد أن حدثنا عنه ، واذكر لنا كيف أمكنك معرفته » وسيجد الأطفال أمثلة لهذه التغيرات مثل : الطلاء ، التبريد ، التجفيف ، استعمال أوان قاتمة أو أخرى محكمة ضد الهواء أو مفرغة » .

الاستفادة من بعض التغيرات الكيموية

يمكن تكليف كل تلميذ بالبحث عن نوعين من التغيرات الكيموية يعتبرهما أكثر فائدة له .

أمثلة — أكسدة الطعام فى الجسم ، تحضير النشا والسكر فى النبات . احتراق البنزين فى السيارة لتسييرها .

ويمكن عمل معرض شائق من الصور التى تظهر فوائد بعض التغيرات الكيموية . ويمكن الحصول على هذه الصور من المجلات والجرائد ، ويمكن تثبيتها على لوحات العرض . ومن أمثلة ذلك : صناعة الورق والفخار والزجاج والأسمنت والخبز ... الخ . اذا كان لدى الأطفال شك فى أن الصورة تمثل تغيرا كيمويا فان عليهم أن يتعرفوا بعض المواد التى تدخل فى صناعة المنتجات المعينة ومقارنتها بالمواد الناتجة واكتشاف ماذا كان هناك اختلاف تام بين الاثنين . وفى معظم الحالات يمكن معرفة هل التغير كيموى أم لا . وكما عرفنا فى « القسم الأول » أن الفائدة التى

يجنيها التلاميذ تكون فعالة وذات أثر عميق اذا عرف التلاميذ اجابة السؤال بأنفسهم ، بدلا من أن يخبرهم المدرس نفسه بالاجابة • وبقليل من التفكير الدقيق يمكن للأطفال أن يقرروا القاعدة العامة التى يمكن استخدامها ثم يطبقوها •

والتغيرات الكيموية تستعمل في صناعة ورق الطباعة الأزرق • وقد يجد بعض التلاميذ رغبة فى محاولة عمل نماذج بسيطة من هـذا الورق • (انظر ص ٥٨٣) •

مصادر لبحثها

١ ـ أحد المصورين الهواة • أو المحترفين ليعرض للتلاميذ كيفية استخدام التغيرات الكيموية فى عمل الصور •

٢ ـ مجموعة من الأدوات الكيموية •

٣ ـ مدرس الكيميا بالمدرسة الثانوية لتبادل الرأى فى تدريس هذه الوحدة •

٤ ـ بعض المصانع المحلية (الصابون ـ المطاط •••) لمعرفة ورؤية استعمال بعض العناصر كمواد خام ، ومشاهدة بعض التغيرات الكيموية وغير ذلك من جوانب الكيميا المستخدمة فى الصناعة •



الفصل السابع عشر - أ

النـــار والوقـــاية منهـــا

منذ آلاف السنين والنار بالنسبة للانسان مبعث رهبته ، وسحره ، وخرافاته ، وتقديسه • ويغلب على الظن أن الانسان الأول كان ينظر الى النارعلى أنها كارثة ومبعث رعب له • لا غرو اذا كان يرتجف فزعا كلما رأى البرق وهو يصيب بشرره أشجار الغابات فتشتعل نيران مدمرة ، أو كلما رأى الحمم الملتهبة تندلع من فوهات البراكين وتسيل على جوانبها وتغطى الأراضي المحيطة بها بالمعادن المنصهرة • وحتى يومنا هذا ننظر بدهشة ورهبة الى النيران وهى تتأرجح فى نار المعسكر أو المدفأة •

وبمضى الوقت تعلم الانسان كيف يستأنس النار ويشعلها أينما أراد وقد ثبت بالأدلة أن الانسان قد استعمل النار منذ ٥٠٠٠٠ الى ٢٥٠٠٠٠ سنة مضت ، حيث وجد فى كهوف الانسان الأول مايثبت ذلك . وقد اكتشف الانسان الأول كيف يستفيد من النار فى التدفئة ، وفى الطهو ، وفى حماية نفسه من الحيوان المتوحش ، وفى الاضاءة •

إشعال النار

اشعال النار بطريقة احتكاك العصى أو الأحجار : على مر العصور والانسان يبحث عن أسهل الطرق لاشعال النار ، وحتى وقت قريب نسبيا كان اشعال النار عملية شاقة لدرجة أن الانسان كان يفضل أن يقطع الأميال ليحصل على شعلة من النار عن أن يحاول اشعالها بنفسه • ولكى يبدأ الانسان البدائى نارا ، كان يحك قطعتين من الخشب اما باليد واما بقوس واما بواسطة طرق قطعة من الزلط حتى تنبعث شرارة تصيب بعض القش فيشتعل • وفى طريقة القوس كان يبرم بالقوس قطعة من الخشب ينتهى طرفها فى حفرة بكتلة من الخشب اللين • ومن الاحتكاك يتولد تراب الخشب الذى يشتعل عندما ترتفع

درجة الحرارة نتيجة للاحتكاك أيضا • وتستعمل النــار البسيطة التى تتكون بهــذه الطريقــة فى اشعال قطع صغيرة من الخشب أو الحشائش أو الألياف الجافة أو قشور الثمار والبذور . وتستغل هذه النيران فى اشــعال كتل أكبر من الخشب أعدت من قبل • وطريقة القوس هذه من أصعب طرق اشعال النار •

وغالبا ما لاحظ انسان الكهوف انبعاث الشرر من بعض الأحجار عندما يصطدم بعضــها ببعض أثناء تعثره فى الظلام فى هذه الأحجار • وربما تعلم من خبرته أن هذا الشرر مصحوب بحرارة تكفى لاشعال النار فى أى مادة قابلة للالتهاب • وربما تعلم بالمحاولة والخطأ أن بوسعه أن يحصل على أحسن نتائج من أنواع معينة من الأحجار • وقد وجد فى تاريخ الكثير من الأجناس مايدل على أنهم كانوا يشعلون النار بطرق الصخر بالحديد • واحتفظ الرهبان القدامى بسر استعمال الصخور فى اشعال النار واعتبروه معجزة من معجزاتهم • وفى أمريكا كان المستعمرون الأوائل يحملون معهم صندوقا صغيرا به قطعة من حجر البازلت (الفلنت) وقطعة من الصلب ، فكانوا اذا أرادوا اشعال النار يطرقون الصلب بالحجر فتتكون شرارة صــغيرة تسقط فى صندوق به بعض المواد القابلة للاشتعال مثل الخيوط أو القماش • وحتى يومنا هذا مازال المستكشفون يحملون معهم هذه الأدوات من باب الاحتياط لاستعمالها عند تلف الكبريت لسبب ما. ولا تنسى أن القداحة (ولاعة السجاير) ماهى الا نفس الفكرة القديمة مع بعض التعديل الحديث •

وهذه الخبرات البدائية كانت فى الحقيقة تقوم على مبدأين من مبادىء العلوم رغم عدم ادراك الانسان الأول لهما ، وهذان المبدآن هما :

١ ــ الاحتكاك الناشىء عن الطرق أو الحك تتولد عنه حرارة •

٢ ــ بعض المواد تشتعل بسهولة أكثر من غيرها.

الثقاب : فى أساليب الاحتكاك الأولية كان هناك مشكلتان : مشكلة احداث الشرارة . ومشكلة تعريض مادة ســهلة الاشــتعال لهذه الشرارة بسرعة • وقد أمكن حل هاتين المشكلتين بصناعة الثقاب عن طريق استعمال بعض المواد الكيموية التى اكتشفت خلال القرنين الماضيين • والواقع أن الثقاب ماهو الا معمل كيموى صغير •

وفيما يلى مايحدث فعلا عندما نشعل الثقاب العادى :

١ ــ الاحتكاك يسخن مادة كيموية فى رأس العود (مركب فسفورى) وهى مادة تشتعل عند درجة حرارة منخفضة •

٢ ــ هــذا الاشــتعال الصــغير يدفع مادة كيموية أخرى فى رأس العود (كلورات بوتاسيوم) الى اطلاق كمية كبيرة من الأوكسجين •

٣ ــ تؤثر الحرارة والكمية الزائدة من الأوكسجين فى اشعال مادة ثالثة (كبريت) فتشتعل بشدة •

٤ ــ ينتشر اللهب فى خشــب عــود الــكبريت بمساعدة مادة رابعة ســبق أن غمس فيها العود (البرافين) •

٥ ــ مادة خامســـة (فوسفات الأمونيوم) على خشب العود تمنع استمرار توهج العود بعد انطفاء اللهب الأصلى •

أما فى ثقاب الأمن فيوضع مركب الفوسفور السهل الاشتعال على علبة أو مشط الكبريت من الخارج بدلا من وضعه على العود نفســـه • ولكى يشـــعل الثقاب لابد من حك العود فى السطح المغطى بهذا الفوسفور (الشطاطة) ، وعندئذ يتم التفاعل بين جميع مكونات الثقاب ويشتعل العود.

العوامل الرئيسية لعملية الاشتعال : وهناك عوامل ثلاثة لابد من توافرها حتى يتم الاشتعال :

أولا ــ بديهى أنه لابد من وجـــود مــادة

تشتعل (وقود من أى نوع) •

ثانيا – لابد من رفع درجـة حرارة هـــذا الوقود لدرجة الاشتعال •

ثالثا – لابد من وجود كميـة كافيـــة من الأوكسجين لاستمرار الاشتعال •

وسترى فيما يلى كيف يسهم كل عامل من هده العوامل فى اشعال النار •

النـار تحتاج إلى أوكسجين

ماهو الاحتراق : الاحتراق فى أبسط معانيه هو عملية اتحـــاد الوقود كيمويا مع أوكسجين الهواء ، وهـــو عملية يسميها الكيمويون عملية تأكسد • وقد يكون من المناسب هنا اعادة قراءة وصف عملية الاحتراق المذكورة فى فصل ١٦ أ • لقد عرفنا فى ذلك الفصل أن ذرات الوقود تتحد كيمويا مع ذرات الأوكسجين لتكوين مواد جديدة. أن هذا المفهوم يختلف تماما عن المفهوم الشائع وهـــو أن عملية الاحتراق عملية فناء للمادة • فالكيموى يرى الاحتراق على أنه عملية اتحاد بين الذرات • ولما كانت ذرات الكربون والأيدروجين هى المكونات الأســـاسية لمادة الوقود فان نتيجة اتحاد هذه الذرات مع ذرات الأوكسجين يمـــكن تفسيرها كما يلى :

١ – ك + أ$_2$ ← ك أ$_2$ أو بمعنى آخر كربون + أوكسجين ينتج ثانى أكسيد الكربون •

٢ – يد$_2$ + أ ← يد$_2$ أ أو بمعنى آخر أيدروجين + أوكسجين ينتج ماء •

ولما كان بخار الماء وثانى أوكسيد الكربون عبـارة عن غازين فانهما يختفيان ولا نلمس أثرا لهما فى عملية الاحتراق • واذا لاحظنا النار وهى مشتعلة فاننا نشـاهد الدخان يتصاعد منها لأن هذا الدخان الأسود يحتوى على دقائق من الكربون الذى لم يحترق كما نشـــاهد الرماد الذى يتبقى بعد الحريق • ولكن هـــذا الرماد عبارة عن المواد المعدنية التى كانت تدخل فى تركيب الخشب ولم تحترق • كما نشاهد ضـــوء الاحتراق ونحس بحرارته ، والضــــوء والحرارة هما صورتان من صور الطاقة التى انطلقت كنتيجة لعملية الاتحاد الكيموى بين الذرات •

ونحن لا نقول أن الأوكسجين يحترق • انه فى الحقيقة يســـاعد على عملية احتراق الوقود • ولـــذا فان أحـــدات شرارة فى زجاجـــة مليئة بالأوكسجين لا يؤدى الى أشعاله ، فالأوكسجين ليس وقودا ، وهو غير قابل للاشتعال •

نيران أشد سعيرا : يمكن زيادة شدة النار عن طريق تزويدها بكمية زائدة من الأوكسجين وعندما ننفخ فى النار أو الفحم المشتعل فاننا نقوم بعملية تجديد للهواء وتزويد الوقود بكمية أكبر من الأوكسجين • وفى الأفران التى تســـتعمل الفحم وقودا لها يمكن التحكم فى درجة الاحتراق وسرعته بالتحكم فى تيار الهواء الداخل الى الفرن. ويتم ذلك باحكام منافذ الفرن والمدخنة • ولعلك شاهدت بعض العمال يلحمون أو يقصون الصلب بواسطة لهب أزرق • ان مصدر هذا اللهب هو خليط من غازى الاستيلين والأوكسجين ينبعث من أسطوانتين تحويان هذين الغازين • وقد تصـل درجة حرارة اللهب الناتج فى هـــذه الحالة الى ٥٠٠٠ درجة فهرنهيت (حوالى ٢٧٥٠°م) •

كذلك يمكن زيادة شدة الاحراق عن طريق تجزئة الوقود الى دقائق صغيرة • فاذا فتتنا قطعة من الخشب الى قطع صغيرة فاننا نسمح لمساحة أكبر من سطح الخشب بالتعرض الى الأوكسجين• وكذلك فى مصباح البترول أو فى الشـمعة فان تصاعد الوقود السائل بالخاصـــة الشعرية فى الفتيلة أو الشريط يســـاعد على تعريض مساحة أكبر من الوقود للأوكسجين فيحترق بسرعة أكبر. وكذلك عندما يدفع كربوراتور السـيارة خليط

البنزين والهواء الى السلندرات فانه يجزىء الوقود الى دقائق صغيرة تحيط بكل منها ذرات الأوكسجين من كل جهة • ولهذا فان البنزين يحترق بسرعة فائقة تسبب انفجارا يدفع المكبس بقـوة هائلة تقدر بآلاف الأرطال •

والانفجارات بطبيعة الحال قد تكون مدمرة • ولعلنا سمعنا عن الكثـير من حوادث الانفجار والتدمير الذى يصاحبها • وقد حدث مثلا انفجار مروع فى فيلادلفيا فى مارس سنة ١٩٥٦ حطم نوافذ المساكن لمسافة عدة أميال من مركز الانفجار الذى حدث فى مخزن للحبوب واتضح أن سـبب الانفجار هو تراكم دقائق من تراب (تبن) الحبوب فى الهواء •

والذي حدث هنا هو أن دقائق التبن الصغيرة المنتشرة فى الجو كانت محاطة من كل جهة بالهواء والأوكسجين • وكان الأمر يحتاج الى مجرد عود ثقاب (كبريت) مشتعل لتبدأ بعض دقائق التبن فى الاشتعال ، ومنها يسرى اللهب فى الدقائق المحيطة بها . وهكذا بدأت سلسلة الاحتراق • ولأن هذا كله حدث فى فترة زمنية قصيرة لا تتعدى بضـع ثوان ، فان التمدد الفجائى فى الهـواء والغازات الساخنة أدى الى هذا الانفجار المروع وتدمير مخزن الحبوب والمبانى المجاورة •

فى مواقد البوتاجاز يشـتعل الغاز بلهب هادىء ، وذلك لأن كمية الوقود قد نظمت بحيث ينساب تيار الغاز بانتظام بشكل دقائق متناهية فى الصغر مختلطة بتيار الهواء فتكون مزيجا قابلا للاشتعال •

درجة الاشتعال

تسمى أقل درجة حرارة يمكن أن تشتعل عندها المادة ، بدرجة الاشتعال لهذه المـادة • وتختلف درجة الاشـتعال من مـادة لأخرى • فالفسفور يستخدم كما رأينا فى صناعة الثقاب لأن درجة اشتعاله منخفضة • وتكفى عمليـة الاحتكاك لتوليد الحرارة اللازمة للحصول على درجة الاشتعال هذه • ويشتعل رابع كبريتور الكربون (وهو سائل يستخدم فى صناعة المبيدات الحشرية) اذا سكب على جسم معدنى فى درجة ١٠٠°م • وبديهى — كما ذكرنا سابقا — أن سرعة اشتعال المادة لا تتوقف فقط على طبيعة المادة نفسها ، بل على عوامل أخرى ، منها حجم أجزاء المادة وعلى كمية الأوكسجين المتوافرة •

وتصل درجة اشتعال الخشب الى ٥٠٠°ف (٢٦٠° مئوية) • أما درجة اشتعال الكيروسين فهى أقل من ذلك بقليل ، ولذلك فانه غالبـا مايصب على الخشب لاشـعاله ، وهى طريقه خطرة أى غير مأمونة العواقب • ودرجة أشتعال البنزين أقل من زيت البترول ، وهو أشد خطورة من زيت البترول ، لأنه يتبخر بسهولة أكثر ، وهذه الأبخرة سريعة الاشتعال بدرجة يتحتم معها عدم استعماله فى اشعال النار أو تخزينه فى مكان يمـكن أن يتجمع فيـه بخاره • وكم من أشخاص احترقوا بسبب استعمال البنزين فى اشعال النار ، وهؤلاء غالبـا مايسـتخدمون البنزين فى مواقد أعدت لاستعمال الكيروسين •

ومن الخطورة بمكان استعمال البنزين فى عمليات التنظيف الجاف فى المنازل • وقد حدث أن اشتعلت أبخرة البنزين من شعله تبعد عنها خمسـة أو سـتة أمتار ، وحتى بدون وجود لهب مكشوف يمكن أن يؤدى أى نوع من الاحتكاك الى توليد شرارة تكفى لاشعال بخار البنزين • والايثير أيضا سائل شديد الخطورة فهو يتبخر بسهولة وأبخرته سريعة الاشتعال جدا •

الاحتراق الذاتى

من التجارب الكلاسـيكية التى تجرى فى دروس الكيميا قيام المدرس بغمس قطعة ورق الترشيح فى سائل ثم وضعها على صفيحة معدنية

وتركها والاستمرار فى القاء المحاضرة ، وفجأة تشتعل قطعة الورق من تلقاء ذاتها مما يثير دهشة الطلاب ويتساءلون ماذا حدث ؟ ٠

والواقع أن السائل الذى بللت به ورقة الترشيح يحتوى على فسفور أصفر مذاب ، وعندما يتبخر السائل المذيب يتبقى الفسفور الجاف على ورقة الترشيح ، وقبل أن تشتعل الورقة كانت عملية التأكسد تحدث ببطء ، وفى هذا النوع من التأكسد كما فى حالة التأكسد السريع أثناء الاحتراق يتحد الوقود كيمويا مع الأوكسجين ٠ ولكن بالرغم من تولد حرارة الا أنه لايحدث اشتعال ٠ وفى النهاية تتجمع كمية كافية من الحرارة تؤدى الى اشعال الفسفور ، وكما نعلم فان هذه المادة لها درجة حرارة اشتعال منخفضة ٠

والتأكسد البطىء ظاهرة مألوفة ، فعندما تصدأ أسلاك الحديد فانها تكون قد اتحدت ببطء مع الأوكسجين وكونت أوكسيد الحديد (الصدأ) وفى هذه العملية تتولد حرارة أيضا ولكنها تتسرب بسرعة الى الهواء المحيط ، ولذا لا يحدث اشتعال ، ولذلك يحدث تأكسد بطىء لخرقة القماش المبللة بالزيت وتنتج كمية بسيطة من الحرارة نتيجة تأكسد الزيت ، فاذا كانت مثل هذه الخرق فى مكان مفتوح به تيارات هوائية فانها لاتشتعل بسبب حمل تيارات الهواء للحرارة أولا فأولا ٠ أما اذا وضعت مثل هذه الخرق الملوثة بالزيت فى مكان مغلق مثل « دولاب » أو صندوق ، أو وضعت فى كومة فى ركن الغرفة ، فان الحرارة المتولدة عن التأكسد البطىء قد تتجمع فى وسط الكومة حتى تصل درجة الحرارة الى درجة الاشتعال فتلتهب فيها النيران ٠

وكم من مرة حدث أن اشتعلت النيران فى مخازن التبن التى ليس بها تهوية لنفس السبب ، وكم من منزل طلى بالزيت حديثا اشتعلت فيه النيران نتيجة ترك أكوام الخرق الملوثة بالزيت فى الغرف ، وكان من الواجب أعدامها أو وضعها فى صفيحة معدنية ٠

أنواع الوقود

من أنواع الوقود الشائعة : الخشب ، الفحم الحجرى ، والفحم النباتى ، وفحم الكوك ، ومنتجات البترول ، وغاز الاستصباح ٠ وهى القوى التى تدير عجلة المدينة الحديثة حيث تولد الطاقة اللازمة لتوليد الكهربا والمواصلات وتستعمل فى صهر المعادن وغير ذلك من آلاف الأغراض الصناعية وللتدفئة والطهو فى المنازل ٠ وفى جميع أنواع الوقود المذكورة يعتبر الكربون والأيدروجين من العناصر الرئيسية الداخلة فى تركيبها ٠

الوقود الصلب : يستعمل الانسان الخشب كوقود منذ آلاف السنين ، ولا يعتبر الخشب من أنواع الوقود الجيدة لاحتوائه على نسبة كبيرة من العناصر غير القابلة للاحتراق ، ويصنع الفحم النباتى باحراق الخشب بمعزل عن الهواء حتى لايشتعل ، وبهذا تستخلص منه المواد السائلة والغازية ، وبذلك يتبقى الكربون القابل للاشتعال. وبالرغم من أن الفحم النباتى لا يعتبر من أحسن أنواع الوقود ، فانه وقود لا بأس به فى انتاج الحرارة ، ويستخدم الفحم النباتى فى شى اللحوم والذرة وغيرها ٠

أما الفحم الحجرى فهو من أنواع الوقود الرئيسية التى استعملت فى كثير من أنحاء العالم منذ عدة قرون ، واليوم يكون هذا الوقود حوالى ثلث الوقود المستعمل فى الولايات المتحدة مثلا ٠ ويستعمل هذا النوع من الفحم هناك فى توليد نصف الكهربا التى تحتاج اليها هذه البلاد ، ويمكنك الرجوع الى الفصل ٦ ٠ أ لتعرف شيئا عن منشأ هذا النوع من الفحم وعن أنواع الفحم الأخرى ٠

ويحضر فحم الكوك بتسخين الفحم الحجرى فى أفران خاصة بمعزل عن الهواء ، وتخرج فى أثناء ذلك كمية من الغازات ، وتبلغ نسبة الكربون فى الفحم المتبقى حوالى ٩٠٪ ٠ وفحم الكوك مادة

رمادية خشنة مسامية تشتعل بسرعة وتنطلق منه كميات كبيرة من الحرارة تستخدم فى صهر المعادن.

الوقود السـائل والغـازى : تحل أنواع الوقود السائلة والغازية بصـورة متزايدة محل الوقود الصلب (الخشب والفحم ومشتقاتهما) . وذلك لأن هذه الأنواع أكثر سهولة فى نقلهـا الى المنازل والمصانع من أنواع الوقود الصلب • وفضلا عن ذلك فهى أسهل وأنظف فى استعمالها ؛ اذ أنها لاتترك رمادا كما أن دخانها قليل •

ويعتقد أن البترول والغاز الطبيعى قد تكونا نتيجة تحلل النباتات والحيوانات التى ماتت منذ ملايين السنين . ويوجد البترول غالبا فى أنواع معينة من التربة الصخرية وعلى أعماق كبيرة تحت سطح الأرض . وبالرغم من أن البترول قد عرف منذ قرون طويلة . الا أن أولى آباره فى الولايات المتحـدة الأمريكية قد حفرت فى سنة ١٨٥٩ فى ولاية بنسلفانيا الأمريكية . وكانت هـذه الآبار الأولى لا تتعمق فى الأرض أكثر من ثلاثين مترا . ولا تنتج من زيت البترول أكثـر من ٢٥ برميلا يوميا . وبسبب تقدم وسائل حفر الآبار أمكن دفع أنابيب الآبار الى أعماق قد تصـل الى أكثـر من ثلاثة كيلومترات وتخرج منها آلاف من البراميل يوميا •

والبترول الناتج من هـذه الآبار يعـرف بالبترول الخام ومنه يستخلص كثير من المنتجات الثمينة منها زيت الوقود والبنزين والكيروسين وبنزين الطائرات وغيرها •.

والوقود الغازى أسهل أنواع الوقود تداولا فى المدن والمصانع • ويوجد الغاز الطبيعى مع البترول فى الآبار وفى المناطق القريبة من مناجم الفحم • وكان الانسان يتركها تتسرب أو تحترق فى أول الأمر . ولكنها الآن تدفع فى أنابيب مئات الأميال من مناجم الفحم والبترول حتى تصل الى المستهلك . وفى أمريكا ينقل الغاز الطبيعى عن طريق الأنابيب من ولاية تكسـاس الى نيويورك ونيو انجلاند •

ويتركب الغاز الطبيعى من غاز الميثان (غاز المستنقعات) وتركيبه الكيموى ك يد ٤ . وهو أحسن أنواع الوقود الغازى حيث ينتج أكبر كمية من الحرارة •

ويحضر من الفحم الحجرى وفحم الكوك والبترول بعض أنواع من الوقود الغازى الصناعى وهذه الأنواع تتركب غالبـا من أيدروجين وأول أوكسيد الكربون والأيدروجينات المكربنة (مواد تتركب من كربون وايدروجين) بنسب مختلفة •

النار كعامل مدمر

رغم أن النار ذات فوائد جليلة للانسان ، فانها تعتبر من أكبر أعدائه أيضا ؛ ففى أمريكا يشب حريق كل دقيقتين فى منزل من منازلها . ويموت بسبب الحريق شخص كل ساعة تقريبا . وتتسبب الحرائق هناك فى خسائر تبـلغ ثلاثة ملايين دولار يوميا •

أسباب الحرائق : من الناحية العلمية تشتعل النار عند توافر ثلاثة عوامل : وقود وأوكسجين وحرارة كافية لتوصيل درجة حرارة الوقود لدرجة الاشتعال • ويقف الانسان خلف هذه العوامل الثلاثة بسبب اهماله فى ثلاثة أرباع حـوادث الحريق • والربع الباقى يتسبب عن عوامل معينة غالبا مايمكن تجنبها . لقد عرفت فى (الفصل ١٥ أ) أن معظم حرائق الغـابات يحـدث نتيجة اهمال الانسان بالقائه أعقاب السجاير . أو الثقاب . أو تركه نيران المعسـكرات الخـلوية دون اطفاء • ونتيجة لاسـتعمال المكوى الكهربية وتوصـيلها بالتيار ونسيانها . يحترق حوالى ٤٠ منزلا يوميا • والواقع أن أهم أسباب حوادث الحريق فى أمريكا يرجع الى التهاون فى استعمال الثقاب والتدخين • وقد يتسـبب الحريق من التوصـيلات الكهربية والسـيارات والمواقد الكهربية والأفران وعـدم الاحتياط عند استعمال البنزين وغيره من السوائل القابلة للاشتعال . ومن الاحتراق الذاتى • ونحن

نعلم جيدا أن هذه هى فعلا أسباب الحرائق ، ولذا علينا أن نكافح جميعا لاتقاء حوادث الحرائق قبل نشوبها ٠

ونورد فيما يلى التعليمات التى على المسئولين عن المبانى المدرسية مراعاتها فى نهاية العام الدراسى ، ومن واجب المدرسين مراعاتها أيضا :

١ ــ يجب عدم تخزين مواد مثل البويات الزيتية والتربنتين والأحماض فى « الدواليب » والمخازن ٠

٢ ــ يجب تجهيز أماكن معدنية مثبتة فى الجدران أو فى الأرض وتجهيزها بأغطية محكمة لتخزين مثل هذه المواد الخطرة ٠

٣ ــ يجب ملاحظة أن الرافيا المستعملة فى رياض الأطفال سريعة الاشتعال ، ويجب تخزينها فى « دواليب » معدنية محكمة ٠

٤ ــ يجب التخلص من بقايا الأثاث المحطم كالكراسى والمقاعد « والدواليب » والمناضد غير الصالحة للاستعمال حتى لا تكون طعما للنار وسببا فى انتشارها ٠

٥ ــ يجب اخلاء جميع الطرقات والشرفات « والفراندات » داخل المبانى من أى أثاث على أن تبقى كذلك أثناء السنة ٠

٦ ــ يجب ازالة كل مايوجد فى أركان المدرسة من خشب أو ورق أو قمامة ٠

٧ ــ يجب التأكد من آن لآخر أن الستائر وجميع المواد المصنوعة من القماش بمسرح المدرسة محصنة ضد الحريق ٠

٨ ــ يجب التأكد من سلامة الأكباس والتوصيلات الكهربية ومعرفة مكانها بالضبط لقطع التيار عن المبنى عند الحاجة الى ذلك ٠

٩ ــ يجب ازالة الأثاث من غرف العرض السينمائى ٠

١٠ ــ يجب تخزين قطع القماش الملوثة بالزيت والمماسح فى أماكن محكمة ، ويحسن أن يكون ذلك فى « دواليب » معدنية ٠

١١ ــ يجب العناية بمضخات وأسطوانات اطفاء الحريق ومراجعة تاريخ ملئها بين آن وآخر ٠

١٢ ــ يجب اغلاق الغرف والأماكن التى لا تستعمل ٠

١٣ ــ يجب عدم ترك أى مواد قابلة للاشتعال فى حجرات الفصول أو المعامل أو الورش ويجب نقلها الى مخزن خاص بذلك ٠

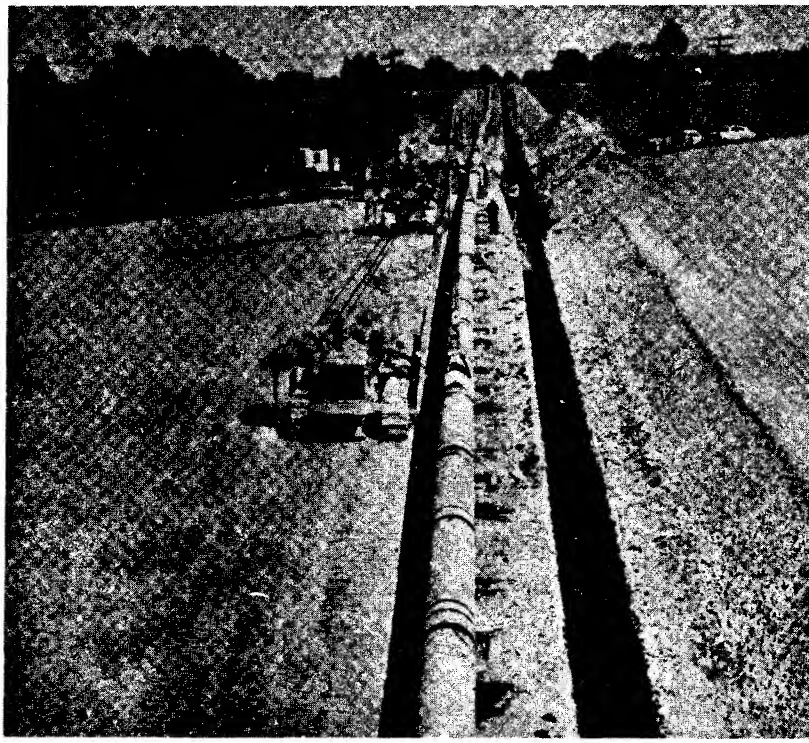
ماذا نفعل عندما يشب حريق

كلنا نحتاج الى بعض توجيهات لارشادنا عند نشوب حريق ٠

هل تعرف مثلا كيف تتصرف عندما تشم رائحة دخان (شياط) قد يكون مصدره حريق ؟

يجب أن نسرع باطفاء أى نار فى بدء اشتعالها قبل أن يستفحل أمرها اذا كان ذلك بوسعنا دون أن نسبب ضررا لأنفسنا أو لغيرنا ٠ ولا شك فى أن كثيرا من الحرائق التى نستدعى رجال المطافىء من أجلها كان من الممكن اخمادها بالرمل أو الماء أو المضخات اليدوية ٠ وعلى كل حال يجب أن نسرع باستدعاء رجال المطافى بمجرد أن ندرك استحالة اطفاء الحريق بأنفسنا ٠

وفى حالة الحرائق الناشئة عن الأسلاك التى تحمل التيار الكهربى ذا الفولت العالى (والذى يمكن تمييزها بالشرر الكهربى الذى ينبعث منها ، يجب استدعاء رجال المطافىء فورا ٠ فقد تنشأ أخطار جسيمة نتيجة استعمال خراطيم المياه فى اطفاء مثل هذه الحرائق قبل قطع التيار الكهربى، لأن تيار الماء قد ينقل خلال التيار الكهربى الى الشخص الذى يحمل الخرطوم فيصعقه ٠



شكل يوضح أنابيب الغاز الطبيعي قبل وضــعها تحت الأرض مباشرة • وهي تحمل الوقود مسافة ١٨٧٥ ميلا من مصــدرها في ولاية تكساس الى مدينة نيويورك وغيرها •

ويجب أن ننبه الأطفال دائما الى أهميـــة الابلاغ فورا عن أى حريق يشاهدون بدايته وأن يرشدوا الى كيفية الاتصال برجال المطافىء مباشرة وأن يوجهوا الى كيفيـــة اعطاء جميـــع البيانات الشاملة عن الحريق الذى يشاهدونه وأن يكونوا على علم بأرقام التـليفونات التى يستعملونها فى استدعاء رجال المطافىء••

وفى المـدارس يجب أن يعرف الأطفـــال التعليمات الخاصة بالحريق فى مدرستهم ، وأن يدربوا بين آن وآخـــر على الاجـــراءات الواجب اتباعها عند نشوب الحريق • وبديهى أن سلامة الأطفـال هى أهم مايجب مراعاته عنـد حـدوث الحريق الذى لا تبدأ مكافحته الا بعد أن نطمئن على سلامة جميع الأفراد • ويجب تدريب الأطفال على مغادرة المبنى بنظام وهدوء • طبيعى أن للسرعة أهميتها ، ولكن يأتى أولا الهدوء والنظام • يجب أن يعرف الأطفـــال كيف يغادرون المبنى اينما كانوا ، ســـواء أكانوا وحدهم أم مع مدرسهم • ويجب فى تدريبهم أن تستعمل الأبواب الاضافية ليستطيعوا استـعمالها عند اسـتحالة اسـتعمال الأبواب الرئيسية بسبب الدخان أو النار •

إطفاء الحرائق

تعتمد فكرة اطفاء الحرائق على ازالة أحـد العوامل الثلاثة اللازم توافرها لحدوث الاشتعال . وذلك اما بازالة المواد القابلة الاشتعال نفسها ، واما بالعمل على خفض درجة حرارتها الى ما دون درجة اشتعالها ، واما بحجب الأوكسجين عنها • والطرق التى تستعمل فى اطفاء الحرائق تعتمد فى معظم الأحوال على خفض درجة الاشـتعال أو الفصل بين المـــادة المشتعلة والأوكسجين • أما طريقة ازالة المواد المشتعلة فلا يمكن أن يلجأ اليها الا فى حالات الحرائق البسيطة التى تنشب فى أكوام الخشب أو الفحم أو فى سلات المهملات •

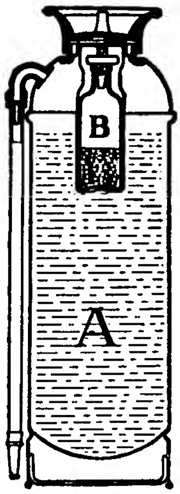
ومن الوسائل المتبعة فى عزل المادة المشتعلة عن الأوكسجين القاء التراب أو الرمل على النار أو تغطيتها ببطانية ثقيلة أو معطف أو ما شابه ذلك. واذا لم يتيسر الحصول على بطانية أو معطف لانقاذ شخص اشتعلت فى ملابسه النار فقد نتمكن من اطفاء النار بدحرجته على الأرض •

وينحصر عمل مضخات الحريق اليدوية فى تبريد الجسم المشتعل وفى عزله عن الأوكسجين •

وهناك أنواع متعددة من هذه المضخات تختلف فى مميزاتها وأغراضها وفى عيوبها ٠

ومن هذه الأنواع المضخات التى تحتوى على « حمض » وصودا ، وهى كبيرة الحجم وتشاهد فى أركان المبانى العموميـة ٠ ويوجـد فى أعلى المضخة اناء صغير معلق ملىء بحامض الكبريتيك وله غطاء غير محكم التثبيت ٠ وعند قلب المضخة رأسا على عقب يسقط هذا الغطاء فينسكب الحمض ويختلط بمحلول بيكربونات الصـودا الذى يملأ المضخة ٠ ويتولد نتيجة التفاعل بين هاتين المادتين كمية كبيرة من غاز ثانى أوكســيد الكربون ، ونتيجة لضغط الغاز المتجمع فى الأسطوانة يندفع السائل من المضخة الى مسافة عشرة أمتار أو أكثر وتطفأ النار عندئذ نتيجة لعملية التبريد ونتيجة لبللها ، وبهـذا نفصل الأوكســجين عنها ٠ أما ثانى أوكسيد الكربون هنـا فوظيفته فقط اعطاء الضغط الكافى لدفع الماء لمسافة كبيرة ، ولكن من حيث فائدته كمادة تمنع وصـــول الأوكسجين فمحدودة ٠





آلة اطفاء الحريق التى تســتخدم الصــودا والحامض من أكثر الأنواع انتشـــارا وتحتوى الزجاجة (ب) حامض كبريتيك يختلط عنـــد تنكيس آلة الاطفـــاء بمحـــلول بيــكربونات الصوديوم (أ) وينتج ثانى أكســيد الكربون **فيضغط الغاز على السائل فى تيار شديد ٠**

ويجب أن تحفظ هـــذه المضخات وهى فى وضـعها المعتدل حتى يتطلب الأمر اســتعمالها ، وقبـل قلبها يجب أن تمسك بالخرطوم وتوجهها حتى لا يصيب السائل المندفع أحد الأشخاص ، ولذلك أهمية كبيرة حيث ان السائل يحتوى على مواد بعضـها حارق مثل حمض الكبريتيك الذى قد يكون بعضه لم يتحد بعد مع محلول بيكربونات الصـــودا ولا يجوز اســتعمال هـــذا النوع من المضـــخات فى الحـــرائق التى تنشأ عن التيار الكهربى لأن هذا السائل موصل جيد للكهربا ٠ وكذلك لا تســتخدم هـــذه المضخت فى اطفاء الحرائق المتســببة عن اشـتعال الزيوت لأن الماء أثقل من الزيت ، ولهذا عند استخدامه فى اطفاء الزيت المشتعل يطفو الزيت فوقه فلا يؤدى الماء وظيفته ويظل الزيت معرضـا لأوكسـجين الهواء فلا ينطفىء ، بل ربما يساعد طفو الزيت المشتعل فوق سطح الماء على انتشاره ، وبالتالى على انتشار الحريق ٠ ويجب أن تملأ هـــذه المضخات بالمواد الكيمـوية المذكورة مرة على الأقـل كل عام حتى تكون صالحة للاستعمال دائما عند حدوث حريق مفاجىء ٠

ولحرائق الزيوت والحرائق المتســببه عن الكهربا نفضل استخدام مضـــخات رابع كلوريد الكربون الموضحة بالشكل ٠ والتى تسمى أحيانا مضخة البيرين Pyrene ٠ ولتشـغيل هـــذه المضخة تفك من حاملها وتدار اليد حتى يمـكن جذبها الى الخارج ، وتشـــغل اليد الى الداخل والخارج كالمضخة ويوجه تيار السائل الى قاعدة اللهب ٠ وعنـــدما يسخن رابع كلوريد الكربون يتبخر ببطء ويكون سحابة من الغازات أثقل من الهـواء ، وبهذا نفصل بين الهـواء وبين المواد الملتهبة فتنطفىء ٠



أيا ما كانت الحياة فى هذه الغابة فقد تلاشت تماما • ويحتاج تشجيرها مرة ثانية الى جهد ومال ووقت كثير •

وعادة تكون مضخات البيرين هذه صغيرة ويمكن حملها فى السيارات والقوارب أو معلقة على الجدران فى المداخل والمطابخ • ولا يضر السائل بالأثاث أو القماش أو غيره من المصنوعات، ويعتبر هذا النوع من مضخات الحريق فى حالات الحرائق الكهربية أفضل بكثير من استعمال الماء اذ أن هذه المادة لا تنقل الكهربا • ولابد من أن نذكر أن بخار رابع كلوريد الكربون سام اذا أطلق فى غرف مغلقة أو فى المنزل أو حتى فى السيارات ولهذا يجب فتح الأبواب والنوافذ بعد استعمالها فى مكان مغلق • وبهذه المناسبة فان بعض أنواع سوائل التنظيف يحتوى على رابع كلوريد الكربون • ومع أن هذه السوائل غير ملتهبة الا أنه يجب الحذر فى استعمالها لأن أبخرتها اذا تجمعت فى مكان مغلق فقد يكون لها تأثير سام •

ولمقاومة حرائق الزيت والبنزين يستخدم الآن المضخات الرغوية • ومن أنواعها الشائعة مايشبه مضخة الصودا السابق شرحها • وعندما تقلب رأسا على عقب تمزج المواد الكيموية منتجة ثانى أوكسيد كربون • ويحتوى السائل على مواد رغوية مثل خلاصة العرقسوس • والرغوة المتكونة تحوى داخلها ثانى أكسيد الكربون وتكون طبقة مغلقة ثقيلة فوق الزيت المشتعل وبهذا تحجبه عن الهواء مصدر الأوكسجين •

وتستخدم مضخات ثانى أوكسيد الكربون فى حرائق الزيوت والحرائق الكهربية ، وهذه المضخة عبارة عن أسطوانات مختلفة الحجم تحتوى على ثانى أوكسيد كربون سائل مضغوط • وعندما يطلق الغاز من المضخة فانه يتمدد الى ٥٠٠ ضعف حجم المضخة مكونا سحابة من غاز ثقيل بارد ، وتطفأ النار بامتصاص الحرارة من الوقود وعزله عن الهواء •

وتستخدم مضخات ثانى أوكسيد الكربون فى اطفاء الحرائق الصغيرة فى المنازل (كالتى تحدث فى « الشوايات » مثلا) • ويمكن اطفاء الدهن المشتعل أيضا بنثر بيكربونات الصودا أو ملح الطعام عليه •



ترش هذه الآلة لاطفاء الحريق رذاذا من رابع كلوريد الكربون السائل الذى يتحول الى بخار يطفىء النار. وهذه الآلة يمكن استخدامها فى حرائق الكهرباء •

وهكذا يزودنا هذا الفصل بالمعلومات الأساسية للاستعمال الصحيح للنار وللوقاية من الحرائق ٠

وفيما يلى بعض التعميمات الهامة :

- الاحتراق عملية تأكسد : أى اتحاد كيموى بين الوقود والأوكسجين ٠
- العوامل الأساسية فى عملية الاحتراق هى:

١ - رصيد من الأوكسجين ٠
٢ - رصيد من الوقود ٠
٣ - حرارة كافية توصل الوقود الى درجة اشتعاله ٠

- شدة الاحتراق يمكن أن تزاد بتعريض مسطح أكبر من الوقود الى الأوكسجين الجوى أو بزيادة كمية الأوكسجين ٠
- الأوكسجين يساعد على الاحتراق ولكنه لا يحترق ٠
- الاحتراق السريع للوقود قد يسبب انفجارا ٠
- تختلف أنواع الوقود فى درجة اشتعالها.
- فى عملية التأكسد البطىء تنتج كميات بسيطة من الحرارة ولا يظهر لهب ٠
- قد يحدث الاحتراق الذاتى عندما ترتفع درجة حرارة الوقود الى درجة الاشتعال نتيجة التأكسد البطىء ٠
- النار ضرورية للمنازل والمواصلات والصناعة ٠
- النار المكشوفة التى لا نستطيع التحكم فيها مدمرة ٠
- اطفاء الحرائق والوقاية منها عملية تقوم على أساس استبعاد واحد أو أكثر من العوامل الثلاثة الضرورية للاحتراق السابق الاشارة اليها ٠
- معظم الحرائق يمكن تجنبها ٠

تجارب يمكنك القيام بها

١ - حاول معرفة التعليمات التى تصدرها الجهات المختصة لتجنب الحرائق ٠

٢ - حاول معرفة رقم تليفون وعنوان أقرب مركز مطافىء ٠

٣ - قم بزيارة مركز المطافىء وقم بفحص المضخات والأدوات التى يستعملونها ٠

٤ - اجمع بعض بيانات عن حرائق كبيرة شبت فى الحى أو المدينة وعن الخسائر التى سببتها ٠ وعن أسبابها وحاول أن تعرف كيف كان من الممكن تلافى حدوثها ٠

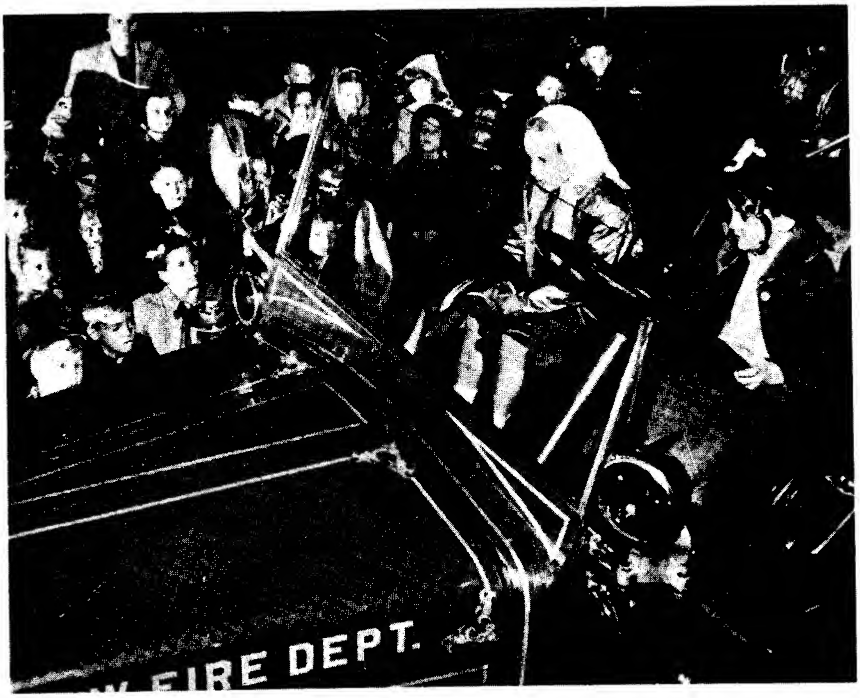
٥ - تعلم كيف تستخدم مضخة الحريق فى المدرسة ٠

٦ - قم مع زملائك فى المدرسة بتنظيم أسبوع « الوقاية من الحريق » ٠

٧ - قم باعداد قائمة لاختبار مدى اتباع التعليمات الخاصة بالأمان ضد الحريق فى المدرسة ٠

٨ - حاول معرفة كيفية استخدام بعض المواد الواقية من الحريق (كالتى ترش على الستائر فى المسارح) ٠

٩ - حاول معرفة أحدث الطرق المستعملة لاطفاء الحرائق المختلفة ٠



الفصل السابع عشر

تدريس "النار والوقاية منها"

أوجه النشاط المتصلة بدراسة موضوع النار يمكن أن تكون واقعية عملية الى حد كبير ، لأنها تتصل بسلامة المنزل والمدرسة والمجتمع ٠ وفى التجارب المقترحة هنا ، من الضرورى اتباع منتهى الحرص ٠ فيجب أن نكون دائما حذرين عند استخدام الكبريت أو أى نوع من النار ٠ وقد توجد بعض التعليمات ضد استخدام الكبريت أو الشمع فى الفصول ، وهنا يحسن أن تجرى معظم التجارب فى الخارج ٠ وفى بعض الحالات عند تدريس هذا الموضوع للأطفال الصغار يجب أن يقوم المدرس نفسه باجراء التجارب ليتبع أصح الطرق وأكثرها أمنا ٠ ان هذا الفصل يرتبط بالفصل الخاص بالتغيرات الكيموية ، فهو يتناول الاستخدام الصحيح لواحد من أهم أنواع التغيرات الكيميائية (الاحتراق) ٠ وقد أفردنا فصلا خاصا به نظرا لأهمية النار والحاجة الى التأكيد على الوقاية من الحرائق ٠

ولابد من توجيه الاهتمام الى أهداف تدريس هذا الموضوع نظرا للأهمية الخاصة له ولضرورة استغلاله فى تنمية اتجاهات الأطفال نحو الوقاية من الحريق ٠ والأهداف المبينة هنا هى أهداف خاصة بهذا الموضوع بالذات وهى غير الأهداف العامة المذكورة فى القسم الأول من هذا الكتاب والتى يشار اليها فى اجزاء أخرى منه ٠ والمدرس الذى يرغب فى معرفة ماذا كان يعطى لتدريس هذه الوحدة أهمية خاصة سوف يستفيد كثيرا من قراءة الأهداف التالية بعناية وعليه أن يحاول أن يتبين ما اذا كانت طريقة تدريسه تتفق مع هذه الأهداف ٠ فحيث تكون تنمية الاتجاهات عند التلاميذ هى محور اهتمامنا يجب أن نهتم بالأشياء التى يجب أن يعملها التلميذ أكثر من الأشياء التى لا يجوز أن يعملها ٠ ولهذا فان الأهداف قد وضعت على شكل معلومات ومهارات واتجاهات ايجابية :

(أ) بالنسبة لأطفال سن ٥ ــ ٧ سنوات:

ــ يسلك سلوكا سليما بالنسبة لتعليمات الوقاية من الحرائق ٠

- يعرف الأماكن التى يمكن أن تستعمل فى حالة الخطر فى المدرسة ويعمل على حفظها نظيفة صالحة للاستعمال ٠

- يدرك خطورة استعمال الثقاب والنار المكشوفة والسوائل الملتهبة أو أى مادة ساخنة ٠

- يعرف أن العادات السليمة تمنع الحريق يعرف أن المدرسة النظيفة المنظمة أقل تعرضا للحرائق من المدرسة غير المنظمة المليئة بالأوراق المهملة والمواد القابلة للالتهاب ٠

- يعرف اشارات وتعليمات تجارب التدريب على الحريق ـ يستجيب لجرس تجربة الحريق فى الحال ويتبع التعليمات تماما.

- يدرك الحاجة الى الاستعانة بشخص راشد ويعرف أهمية استدعاء واحد من هؤلاء فى الحال عند حدوث حريق ٠

(ب) بالنسبة لأطفال سن ٨ ـ ١٢ سنة ٠

- يسلك سلوكا سليما بالنسبة للكهربا والنار واتقاء الحرائق ٠

- يتنبه الى أخطار الحرائق فى الحياة اليومية ويتعاون على اتباع وسائل الوقاية من الحريق ٠

- يعرف الطريقة الصحيحة لاستخدام الثقاب وكيفية حفظه بأمان ويعرف مسببات الحرائق ٠

- يعرف الأخطار المحتملة للحرائق التى تسببها الأجهزة الكهربية ، وهو لهذا حريص على استعمالها ٠

- يعرف كيف يبلغ عن حريق بواسطة التليفون أو جرس الحريق ٠

- يدرك خطورة الصواريخ « والبمب » والأسلحة النارية ٠

- يعرف الأخطار التى قد تنجم عن العواصف الرعدية وخطر البرق ٠

- يدرك الأهمية الاجتماعية لتجنب الحرائق.

- يدرك أن المجتمع الذى يتقى أضرار الحرائق مجتمع منتج سعيد ٠

وبالاضافة الى الأهداف الخاصة بالأطفال من ٥ ـ ٧ سنوات نقدم هنا بعض مقترحات المناشط المناسبة لهم ٠ وكما ذكرنا قبلا يجب أن نوجه هذه المناشط نحو تحقيق هذه الأهداف ٠ ولا شك أن كل نشاط غير هادف مضيعة للوقت :

١ ـ مساعدة الآباء والراشدين على اطفاء حرائق المعسكرات ٠

٢ ـ مناقشة فوائد وأضرار النار ٠

٣ ـ الاشتراك فى حملة لاكتشاف الأشياء التى قد تكون سببا فى الحرائق وتلافيها لتجنب حدوث الحرائق فى المنزل والمدرسة ٠

٤ ـ الاستماع الى مايجب عمله بالضبط أثناء تجربة الحريق فى المدرسة والشعور بالمسئولية الشخصية فى نجاح هذه التجارب ٠

٥ ـ عمل بعض التجارب لاثبات أن النار تحتاج الى أوكسجين لتستمر فى اشتعالها وأن اطفاءها يتطلب عزل الأوكسجين عنها ومناقشة فائدة هذه المعلومات فى التحكم فى الحرائق ٠

٦ ـ رسم بعض الصور لتوضيح وسائل تجنب الحرائق المدمرة ٠

٧ ـ جمع بعض الصور لتوضيح كيف تدمر

النيران الأشياء وتفسير كيف كان من الممكن تجنب هذه الحرائق ٠

٨ ـ زيارة مركز المطافىء لمشـــاهدة الأدوات المستخدمة فى اطفاء الحريق ، والاستماع لأحاديث رجـال المطـافىء عن أعمـــالهم ولسؤالهم عما يريدون معرفته ٠

٩ ـ حك اليـدين للاحســـاس بالحرارة التى تتولد عن الاحتـكاك لفهم خطورة الاحتكاك وكيف أنه يؤدى الى اشتعال الثقاب ٠

١٠ ـ مشـــاهدة الشـمعة وهى تحترق وبيان ضرورة توافر الأوكسجين لاستمرارها فى الاشتعال ٠

فلنفرض أننا نعيش بدون نار ..

لمساعدة الأطفال على تقدير أهمية اكتشاف النار دعهم يفترضوا أن الانسان لم يكتشف النار واستعمالها ٠ دعهم يعملوا قائمة بالأشـياء التى يتعـذر عليهم عملها والمـواد والمنتجـات التي لن تتوافر لاستعمالهم نتيجة لعدم وجود النار ٠ دعهم يصفوا كيف تكون الحياة بدون استخدام النار ٠ وهذا مثل آخر لتشجيع استخدام التخيل وفى نفس الوقت عدم تعدى حدود الحقائق العلمية ٠ انه مثال لنشاط يربط المواد الاجتماعية بالعلوم . ان كتابة قصة عن « الحياة بدون نار » بواسطة لجنة من أطفال متحمسين قد يكون نشاطا قيما فى فنون اللغة ٠

وقد يتعلم الأطفال الكثير عن أهميـة النار بعمل مسح للبيئة لتحديد المنتجات التى تحتاج الى النار لاعدادها ٠ وفى نفس الوقت قد يتعلمون كيف تتخذ هـذه المصـــانع والمتاجر احتياطات للوقاية من الحريق فى أثناء استخدامهم للنار ٠

إشعال النار بالاحتكاك

قد يجد الأشبال والكشافة متعة فى عرض كيفيـــة اشعال النار بالاحتـــكاك على بقية أطفال المدرسة ٠ وقد يرغب تلاميذ آخرون أن يحاولوا بأنفسهم ليكتشفوا كم من الجهد يلزم لاشـــعال النار بالاحتكاك ٠ انهم سوف يدركون من هـذه التجربة أيضا أهمية توافر مادة سريعة الاشتعال لتمسك بالنار بسهولة ٠ والتجزب البسيطة مثل حك اليدين بقوة والاحساس بالحرارة المتولدة أو حك قرش بسرعة على كم « البدلة » يمـكن أن توضح كيف يوند الاحتكاك الحرارة وبالتالى كيف يشتعل الثقاب ٠ وترتبط بهذا رغبة الأطفال فى معرفه كيف تمكن الانسان الأول من اشعال النار وكيف كان لاكتشاف الثقاب أهمية كبيرة ٠ وقد يجد بعض الأطفال رغبة فى كتـــابة تقرير عن صـــناعه الثقاب ٠ وتحـوى بعض الكتب ودوائر المعارف معلومات عن هذه الموضوعات ٠

عمل تجارب على الهواء والنار

نحن أحيـانا نتصـور أن بعض الأشـــياء بديهات واصحة لا تحتـــاج منـا الى أى جهد فى توضيحها للأطفال ، ولـكن هـــذا ليس صحيحا دائما ؛ فبعض الأطفال النابهين لا يحتاج فعلا الى شرح الأشـــياء البسيطة ، ولـكن أغلبية الأطفال يحتـــاجون الى أن توضح لهم بالشرح والتجريب مختلف الظواهر الهامة ٠ ولهذا فنحن نكون أقرب الى الصـــواب اذا افترضـنا أن أغلبية الأطفال يحتـاجون الى الشرح والتجريب أكثـر ممـا لو افترضنا أن أكثرهم ليسوا [illegible] جة الى ذلك ٠ وبيان أهمية الهواء لاستمرار ا[illegible]عال النار أحـد الأمثلة التى توضح ذلك ٠ ففى الشكل ص ٤٢٧ توضيح لتجربة بسيطة يستطيع الأطفال القيـام بها لبيان أهمية الهواء لاشتعال النار ، ولا شك أن اجراء بعض التجارب باستخدام فانوس رمضان والشمعة التى به يمكن أن يكون عنصرا من عناصر التشـويق والاثارة مما يهيىء للتلاميذ فرصـــة اكتســاب خبرات عملية فى موضـــوع الاحتراق وأهمية الهواء المتجدد لاستمرار اشتعال النار ٠



يقوم هذا الولد باجراء تجربة لايجاد حل لشكلة « ماذا تحتاج النار لكى تشتعل ؟ »

كذلك يمكن الاستعانة بزجاجة المصباح « اللمبة » لاثبات أهمية الهواء النقى لاشتعال الشمعة ولا يحتاج الأمر لأكثر من شمعة وزجاجة لمبة وقلمين من أقلام الرصاص المضلعة الجوانب · أشعل الشمعة وضعها على سطح أملس وضع زجاجة اللمبة حول الشمعة بحيث ترتكز قاعدتها على السطح الأملس حتى لا يسمح بدخول الهواء — لاحظ مايحدث للشمعة · والآن أشعل الشمعة وضع زجاجة اللمبة حولها بحيث ترتكز على القلمين الرصاص وبحيث تسمح بدخول الهواء من القاع ولاحظ مايحدث للشمعة · انها تستمر مشتعلة · غط الفوهة العليا للزجاجة بقطعة من الزجاج · لاحظ انطفاء الشمعة · ارفع الغطاء الزجاجى وأشعل الشمعة ثانيا · قرب ورقة مدخنة قرب قاع زجاجة اللمبة ، تلاحظ دخول الدخان فى زجاجة المصباح « اللمبة » وصعوده الى أعلى مارا بلهب الشمعة فالدخان يبين الاتجاه الذى يسرى فيه الهواء · هذا ويمكن الاستعانة بالصندوق ذى الفوهتين الذى سبقت الاشارة اليه فى فصل الجو « لاجراء هذه التجربة وتوضيح نفس المبدأ » .

وبعد عمل تجربة الشمعة وزجاجة المصباح « اللمبة » يمكن سؤال التلاميذ عما اذا كانوا قد شاهدوا مثل هذا يحدث فى المنزل أو فى أى مكان آخر (تيار الهواء الداخل فى الفرن أو المدفأة) · وهذه الفكرة ستستخدم ثانيا اذا ما أثيرت فى موضوع الحريق أهمية اغلاق النوافذ عند حدوث حريق فى المنزل ·

وهناك طرق متعددة لتعريف التلاميذ ببعض الوسائل التى تستخدم فى عزل الهواء عن المواد المشتعلة كوسيلة من وسائل اطفاء الحرائق · ويجب أن تجرى هذه التجارب على شريحة كبيرة من الاسبستوس من باب الاحتياط ضد الحريق ، وفى هذا تدريب للتلاميذ على اتخاذ وسائل الوقاية من الحريق · ضع شمعة قصيرة فى اناء أو برطمان واسع الفوهة · أشعل الشمعة وغط الاناء بقطعة كبيرة مجعدة من القماش (اذا استخدمت قطعة صغيرة ربما تشتعل فيها النار) ويمكن استخدام قطعة من الاسبستوس بدلا من القماش. لاحظ أن الشمعة تنطفىء لأن قطعة القماش قد حجبت عنها مورد الهواء · اشعل الشمعة ثانية

وألق على الشمعة المشتعلة رملا أو ماء • سـوف تنطفى الشمعة • هـــذه التجارب البسيطة تفسر السبب فى لف الشخص الذى تشتعل فى ملابسه النار بالبطانية . وتفسر لنا أيضا لماذا نلقى التراب أو الرمل على الفحم أو الخشـب المشـتعل ، ولماذا نستخدم الماء فى اطفاء الحرائق • جميع هـــذه التجارب يجب أن تجرى بواسطة المدرس أو تحت اشرافه التام •

إشعال النار

فى دراســـة المواد المختلفة اللازمة لاشعال النار يسمح للأطفال بالخروج الى رحلة أو معسكر حيث يمكنهم اشعال النار فى يوم عديم الريح • ويحسن أن يشجعوا على جمع مواد مختلفة كالورق أو قطـع صـغيرة من الخشب ، أو قطـع أكبر من الخشب أو قطع الفحم • ثم يقوموا بوضع المواد التى تشـــتعل بسرعة فى أسفل الكومة ثم التى تليها فوقها وهكذا • ويعرف الأطفال أن المواد التى يصنع منها الثقاب تحتاج الى حرارة الاحتكاك فقط لتشتعل • واذا كانت كتلة الخشب أو الفحم كبيرة ــ ربما يتعذر اشعالها • وهنـــا يمـــكن للأطفال مناقشـــة السبب فى عـــدم اشتعالها ومناقشة مايحدث عند اشعال النار فى بقية أنواع الوقود • وبالنسبة لمثل هذه الخبرات قد يقول المدرس ان جميع الأطفال يشـاهدون النار وهى تشتعل ، فلماذا كل هذا الجهد فى عمل التجارب؟ وهـــذا حقيقى ولـكن رؤية عملية اشعال النار والاشتراك فى اشعالها وفى نفس الوقت تطبيق الأسس العلمية التى تتدخل فى العملية ، كل هذا خبرة جـديدة تماما ، لم يسبق لهم التفكير فيها بهذه الطريقة من قبل • ولهذا فان الخبرة بهذه الطريقـة تكون أكثر تنظيما ووضـوحا وارتباطا بالحقائق العلمية ، فهى توضح احتياجات اشـعال النـــار من رصـــيد من الوقود وقدر كاف من الأوكسجين وتسخين لدرجة الأشتعال ••• الخ ، وفى ترتيب المواد المشـتعلة بحيث يسـمح للهواء بتخللها تطبيق لما سبق أن درسوه • على أن النار يجب أن تخمد جيدا بعد الانتهاء من التجربه • وقد يتلو ذلك مناقشات عن أهمية اطفاء النار فى المعسكرات الخلوية ، وعما يمـكن أن يحدث من أخطار اذا لم تطفأ تماما ، والأخطار التى يتعرض لها الناس والممتلكات نتيجة ترك النار مشتعلة • وهنا أيضا فرصة لربط العلوم بالمواد الاجتماعية •

عمل معرض لأنواع الوقود

قد يرغب بعض الأطفـــال فى عمل معرض لأنواع الوقود الشـــائعة فى البيئة • وقد يحوى المعرض عينات من خشب وفحم نباتى وفحم حجرى وفحم كوك وزيت بترول خام وكيروسين وأنبوبة بوتاجاز • وقد يكون هناك بعض الأطفال الذين لم يشاهدوا قبلا الزيت الخام المستخدم فى الأفران أو الفحم الكوك . وقد يكون بينهم من لا يستطيع التمييز بين أنواع الفحـم • ويجب أن توضـــع بطاقات بأســـماء السوائل الموجودة بكل زجاجة حتى لا تحدث حوادث للأطفـــال • كذلك يجب العناية بالمحافظة على هذه السوائل الملتهبة أثنـاء المعرض وبعد انتهائه • وقد يثير هـــذا المعرض رغبة بعض الأطفال لكتـابة تقارير عن كيفيـــة الحصول على بعض هذه الأنواع من الوقود وكيفية نقلها وعن كيفية تكون الفحم والبترول مثلا فى التربة وكيفية استخراجه من الأرض ونقله • وكما ذكرنا قبلا يجب ألا تكون محتويات هذه التقارير مجـرد أجزاء منقولة من دوائر المعارف أو الكتب أو تكون احصائيات أو بيانات لا يفهمها الطلاب أو يكترثون لها • ان كتابة التقارير فرصة ينظم فيها التلاميذ معـلوماتهم ويقدمونها بشـــكل مشوق ويوضحونها بالرسوم البيانية والأشكال ويتعلمون كيف يعبرون عن أنفسهم على فرض أن طريقـــة عرض الموضوع وتنظيمه قد روعيت فيه كل هـــذه الأهداف • وهنا أيضا فرصة لتأكيد مقدار التغير الذى أحدثته المخترعات الحديثة فى حياتنا •

عمل سجل الحرائق التى تحدث فى البيئة

وهذه طريقة أخرى لتأكيد أهمية الأخطار الناشئة عن الحرائق • تكلف مجموعة من الأطفال لمتابعة الجرائد لمعرفة الحرائق التى تنشب بين آن وآخر وتحديد أسباب حدوثها ومقدار الخسائر بالتقريب • وقد يقص الأطفال هذه الأخبار من الجريدة يعلقونها على لوحة الاعلانات أو فى سجل (ألبوم) خاص مع وضع خطوط بالقلم الأحمر تحت الجمل الهامة • ويمكن عمل قائمة بالأسباب التى أدت الى حدوث الحرائق المختلفة حتى يدرك الأطفال كيف تبـدأ الحرائق • ومن المحتمل أن يقوم الأطفال بالاخطار عن حالات من الاشتعال الذاتى (انظر الفصل السابق) وقد يكلف التلاميذ كجزء من الواجب المنزلى أن يذكروا الأسباب التى تؤدى الى حدوث هذه الحرائق •

البحث عن الأسباب التى تؤدى إلى حريق فى المدرسة

من الوسائل التى قد تسـاعد الأطفال على معرفة أسـباب الحرائق تشجيعهم على المرور فى أرجاء المدرسـة ومحاولة كشف بعض العيوب أو نواحى الاهمال التى قد تؤدى الى وقوع الحرائق. وقد يساعد التلاميذ على اجراء هذا المسح وجـود قائمة معهم عن النواحى التى يجب أن يبحثوا عنها (ورق ـ قش ـ أثاث تالف ـ أخشاب ـ مضخات حريق مهملة ••• الخ) • ويجب أن تهتم ادارة المدرسة بتوفير وسائل الأمان والوقاية ضد الحريق وملاحظة مايوجد حولهم من أخطار بهذا الحريق واشعارهم بأنهم هم أنفسهم يستطيعون الاسهام فى توفير الأمان فى المدرسة •

البحث عن الأسباب التى تؤدى إلى الحريق فى المنزل

تفتيش المنزل له أهميـــة فى اتقاء أضرار الحريق • وبمساعدة القائمة الخاصة التى سبقت الاشارة اليها يستطيع الأطفال أن يساعدوا على تحديد واستبعاد الأشياء التى تؤدى الى حريق • ويجب أن تشترك الأسرة جميعها فى الاجابة على أسئلة القائمة • وهذه مناسبة تستطيع المدرسة والمنزل التعاون فيها بطريق عملى • وهذا النوع من الواجبات المنزلية يفهمه الآباء ويجدون له معنى ويجب تشجيع الأطفال على أن يبلغوا اخوانهم فى الفصل عن الاجراءات التى تمت فى المنزل لتأمينه ضد الحريق نتيجة لاستعمال هذه القائمة •

إجراءات تجارب الحريق

تقـــوم بعض المدارس بتجارب الحـــريق • وأحيانا لا تجرى هـــذه التجارب بطريقة جدية ولا يعطيها المدرسون أو التلاميذ الاهتمام الكافى . والواقع أن فى دراسة الوقاية من حوادث الحريق وفى ملء قائمة الأمان من الحريق فرصة لتحسين اجراءات تجارب الحريق حتى تحقق أهـــدافها • ومن الممكن اثارة اهتمام الأطفال بتجارب الحريق اذا سمح لهم بالاشــــتراك فى رسم خطة العمل ووضع التعليمات التى تستهدف نجاح التجربة • وفى كثـــير من الأحيان يستطيع الأطفال تقديم مقترحات عملية • واذا كان بالمدرسة فصل واحـد يدرس موضـــوع النار فانه يحسن أن يقوم أفراد هذا الفصل بالاشتراك فى رسم خطة التجربة ، والاعـــداد لها ، وتقـــديم المقترحات لتحسينها ، والاتصال بأفراد الفصول الأخرى بالمدرســـة ، وعمل لوحات بالمقترحات • وغالبا ماتهتم المدرسة اهتماما كبيرا بتجارب الحريق خـــلال أسبوع مقاومة الحريق ، فى حين أن هذا الاهتمام يجب أن يستمر طول العام وفى خـــلال تنفيذ تجارب الحريق يجب الاصرار على تنفيـذ التعليمات بكل دقة وفى الحال • ولابد من اجراء عملية تقويم بعد التجربة لبيان نواحى القوة والضعف فى الاعداد والتغيير واجراء التعديلات بناء على نتيجة التقويم.



بعض التلاميذ يشاهدون رجال الاطفاء أثناء تعبئة آلة الحريق . وسيأخذها التلاميذ والعامل معهم الى المدرسة .

زيارة محطة المطافىء

يقوم كثير من طلبة المدارس بزيارة محطات اطفاء الحريق . وبعض هذه الزيارات مفيد والبعض يعتبر ضياع وقت لعدم اعداد خطة منظمة سابقة للزيارة ، أو بسبب ذهاب الأطفال دون أن يكون لديهم أى فكرة عما سيشاهدونه ، ولا عن الهدف من الزيارة . والواقع أنه ليس هناك أى مبرر أو عذر للوقوع فى مثل هذا الخطأ . ان الأطفال يجب أن يذهبوا الى محطة المطافىء فقط اذا كان فى هذه الزيارة مواقف تعليمية يتعلم منها الأطفال خبرات مفيدة بطريقة شائقة . ويجب أن يذهبوا مسلحين بالأسئلة وفى أذهانهم فكرة واضحة عما يرغبون فى مشاهدته . كما يجب أن يدرك التلاميذ أنهم ليسوا فى نزهة خلوية ، وأن يدركوا ان رجال المطافىء مشغولون دائما بوقاية وحماية المجتمع من أخطار الحريق . ويجب أن يذكروا أنهم أخذوا ترخيصا بالزيارة ، وعليهم أن يحترموا الوقت الذى خصصه لهم رجال المطافىء فيلتفتوا الى شرحهم . ومن المهم أن يدرك الأطفال أن رجال المطافىء ليسوا مدرسين ولا ينتظر أن يكونوا كذلك ، وربما يكون شرحهم لهذا السبب ، غير واضح فى بعض الأحيان . وهذه النقطة يجب أن تناقش قبل الزيارة وأن يعرف الأطفال مسئولياتهم تجاه هؤلاء الذين سيقدمون لهم المساعدة . وفى هذا حل لمشكلةالحصول على معلومات من أشخاص لم يعدوا ليكونوا مدرسين .

وللأطفال أسئلة كثيرة حول الطريقة التى يعمل بها جهاز اطفاء الحريق ، وكيفية عمل أجهزة التنبيه للحريق ... الخ . هذه الأسئلة يجب أن ترسل ان أمكن لمركز المطافىء قبل الزيارة . وفى اعداد هذه الأسئلة تدريب على فنون اللغة ، ومن المفيد أن يعرف رجال المطافىء هذه الأسئلة مقدما . ويمكن بمناسبة هذه الزيارة.

مناقشة الطريقة التى تمول بها محطات الاطفاء • وفى هذا أيضا عملية ربط بين العلوم والمواد الاجتماعية •

دراسة مضخات إطفاء الحريق

توضح الصورة التى فى صفحة ٤٣٠ كيف يمكن أن يسهم مركز الاطفاء فى مساعدة التلاميذ على فهم الطريقة التى تعمل بها مضخات الاطفاء • وقد قام الأطفال بعد هذه الزيارة بحمل مضخة الحريق معهم ووضعوها فى مكانها بالمدرسة •

ويمكن اجراء تجربة بسيطة لبيان عمل المضخة وذلك بواسطة بيكربونات الصودا والخل. أذب ملعقة من بيكربونات الصودا فى كوب ماء ثم صب ملعقة من الخل عليها تشاهد تصاعد فقاقيع هى عبارة عن ثانى أوكسيد كربون • قرب عود ثقاب مشتعلا الى هذه الفقاقيع عند فوهة الكوب تجده ينطفىء • هذه التجربة يجب أن يقوم بها المدرس لأنها تتضمن استعمال الثقاب • وفى الصفوف العليا من المرحلة الابتدائية يمكن أن يسمح للأطفال بالمساعدة فى التجربة واشعال الثقاب • وعلى العموم يجب أن تكون القاعدة فى المدرسة الابتدائية ألا يسمح لطفل باشعال الثقاب الا فى وجود شخص راشد •

ومضخات الحريق كالتى فى الشكل شائعة الاستعمال فى المدارس ولذا فانه اذا لم يشاهدها الأطفال فى مركز المطافىء فيمكن أن يجد المدرس واحدة منها فى المدرسة يعرضها على التلاميذ ويشرح لهم كيفية استعمالها وصيانتها •

مصادر لبحثها

١ ــ مركز المطافىء لدراسة تنظيم العمل به والحصول على معلومات عن أسباب الحريق والوقاية منه •

٢ ــ محلات بيع الوقود للحصول على عينات لعمل معرض •

٣ ــ الجرائد لجمع معلومات عن الحرائق وأسبابها وكيفية تلافى حدوثها •

٤ ــ محطات البنزين ومصانع تكرير البترول •

٥ ــ فحص مضخات اطفاء الحريق فى المدارس والمبانى العامة •

٦ ــ المدارس والمبانى العامة والمنازل لمشاهدة الوسائل المتبعة للوقاية من حدوث الحرائق.



الفصل الثامن عشر - أ

الحرارة وكيف نستخدمها

عند مانفرك أيدينا فى يوم من أيام الشتاء البارد فاننا نشعر بالدفء ٠ وعندما نضع اناء به ماء على النار فان الماء يسخن ثم يغلى ٠ وعندما يسرى التيار الكربى فى المدفأة الكهربية ترتفع حرارة ملفات السلك بها وتتوهج ٠ وفى وهج شمس الصيف ترتفع درجة حرارة رمال الشاطىء.

وهكذا يمكن توليد الحرارة بعدد من الطرق المختلفة : بالجهد الآلى (العمل الميكانيكى) كما فى عملية فرك اليدين ، وبالطاقة الكيموية الناتجة عن الاحتراق ، وبالطاقة الكهربية التى تسرى فى الأسلاك ، وبالطاقة الاشعاعية المنطلقة عبر ٩٣ مليون ميل من الشمس — كل هذه الأشكال من الطاقة يمكنها رفع حرارة أحد الأجسام وتجعله ساخنا ٠

وقبل أن ندخل فى تفاصيل عن طبيعة الحرارة يجب أن نفهم معنى كلمة طاقة كما يستخدمها علماء الطبيعة ٠

الطاقة

اننا نعيش فى عالم من المادة والطاقة ٠ وقد بحثنا فى (فصل ١٦ أ) تركيب المادة وعرفنا أنها تتركب من جزيئات وذرات ، فالمادة حولنا فى كل مكان ، وكذلك الطاقة ٠ ولقد عرفت الطاقة على أنها القدرة على أداء عمل ٠ فكرة التنس المندفعة تحوى طاقة ، فاذا أصطدمت بزجاج النافذة فانها تقوم بعمل ضده ٠ ولقد استمدت الكرة الطاقة التى بها من التغير الكيموى الذى حدث فى عضلات الشخص الذى ألقاها ، فقد نتج عن احتراق السكر فى خلايا العضلات انطلاق للطاقة المختزنة فيه ٠ واذا عدنا للوراء قبل ذلك فاننا نجد أن الطاقة المختزنة داخل جزيئات السكر أصلها مستمد من أشعة الشمس أثناء عملية التمثيل الضوئى ٠ (انظر فصل ١١ أ) ٠

ومن المثال السابق يتضح لنا أنه يمكن تحويل الطاقة من صورة الى أخرى ؛ فقد تحولت الطاقة الاشعاعية الموجودة فى ضوء الشمس الى طاقة كيموية خزنت فى جزيئات السكر · وعند احتراق السكر تتحول الطاقة الكيموية المختزنة داخل جزيئاته الى طاقة حركية فى عضلات ضارب الكرة ومنها تنتقل هذه الطاقة الحركية الى الكرة ·

ان كلا من الكرة المنطلقة وجزىء السكر يحوى طاقة ، وكلاهما يستطيع أن يؤدى عملا · وتظهر الطاقة فى عدة صور · فالماء المحصور فى أعلى الجبل فى بحيرة يستطيع أن يؤدى عملا ، عندما يسقط ويدير تربينا . انه يحوى طاقة بحكم موقعه ووضعه · ويحوى زمبرك الساعة قوة كافية لادارتها أو لادارة عجلات اللعبة · وفى الفصل القادم سنتناول بالشرح صورة أخرى من صور الطاقة ، وهى الطاقة الذرية ·

ما هى الحرارة

ماهى الحرارة ؟ ومالذى يحدث فعلا عندما يصبح الجسم ساخنا ؟ قديما اعتقد بعض العلماء ومنهم العالم « لافوازيه » أن الحرارة عبارة عن « مادة حقيقية » سائلة · واعتقدوا أن الجسم عندما يسخن يكتسب كمية أكبر من هذا السائل الذى سموه « كالوريك » وان فقد الجسم كمية من هذا السائل (كالوريك) فانه يبرد ·

وفى بداية القرن التاسع عشر عارض الكونت رامفورد البافارى هذه النظرية وزاد اهتمامه بهذا الموضوع عندما لاحظ الحرارة الشديدة المتولدة نتيجة الاحتكاك فى خلال ثقب ماسورة مدفع ، فقد وجد أن من الصعب أن يصدق الانسان أن تكون هذه الحرارة الهائلة التى تتولد فى أثناء عملية الثقب نوعا من المادة · وخرج بفكرة أن الشىء الذى يتولد وينتقل بهذه الطريقة لا يمكن أن يكون سوى « حركة » وتبعا لهذه النظرية فان الحرارة التى تتولد عن الطاقة الحركية ماهى فى الواقع الا طاقة أيضا وليست مادة ، لقد كانت أصلا طاقة الحركة وليست سائلا ·

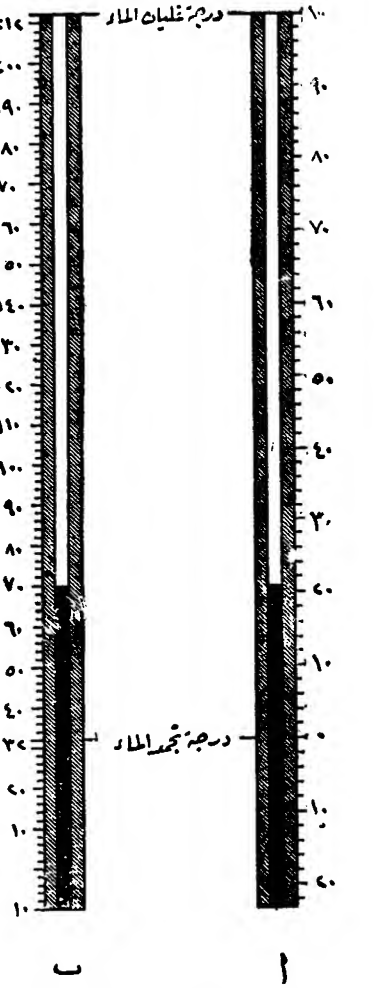
ولكن كيف يمكن أن يحتوى الجسم على « حركة » · عندما ننتهى من فرك أيدينا فان الحركة المرئية تتوقف ، فماالذى حدث للطاقة التى بذلت ؟

ان النظرية الجزيئية تفسر لنا المشكلة وتمدنا بجواب هذا السؤال ؛ فكما عرفنا فى (الفصل ١٦ أ) تتكون المادة من دقائق متناهية فى الصغر هى المرئيات · هذه الجزيئات فى حركة دائمة · ونحن نعرف بالأدلة الثابتة أن المادة اذا سخنت فان جزيئاتها تتحرك بسرعة أكبر أو بطاقة أكبر · فالواقع كما ترى أن الطاقة الحرارية هى الطاقة الحركية للجزيئات · وعندما تدلك يديك فانك تثير جزيئات الطبقة السطحية للجلد وتدفعها لأن تتحرك بسرعة أكبر من سرعتها الأصلية ، وهذه الجزيئات تثير الجزيئات المكونة للطبقة التى تليها ، وهكذا · وبهذه الطريقة ترتفع درجة حرارة كل طبقة الجلد ·

ففى جميع المواد التى ذكرت قبلا ــ معدن الاناء والماء الذى فيه وسلك المدفأة الكهربية ورمال الشاطىء ــ قد استثيرت جزيئاتها لكى تتحرك بسرعة كبر · هذا اذن هو معنى الحرارة : انها طاقة ، طاقة الجزيئات المتحركة ·

بهذا التعريف يصبح لكلمة « بارد » معنى جديد ، انه المعنى الوصفى الذى اصطلحنا عليه للتعبير عن الحرارة الأقل ، أو نقص نشاط الجزيئات ·

ولابد من الاشارة هنا الى أحد الآثار الهامة المترتبة على التسخين عندما يزداد نشاط جزيئات المادة وسرعة حركتها فان المادة التى تتكون من هذه الجزيئات تتمدد · والواقع أن جلد يديك سيتمدد عندما يسخن ولو أنك لا تلاحظ ذلك ومعدن الاناء والماء الذى فيه سلك المدفأة الكهربية ورمال الشاطىء كلها تتمدد عندما تسخن · وبالعكس تنكمش عندما تبرد · وسنتناول هذا الموضوع بتوسع أكبر فيما بعد ·



مقارنة بين مقياس الحرارة الفهرنهيتى ب والمئوى أ . وتساوى خمس درجات على المقياس المئوى تسع درجات على المقياس الفهرنهيتى
١°م = $\frac{٩}{٥}$ °ف ، ١°ف = $\frac{٥}{٩}$ °م .

درجة الحرارة

يتركب الترمومتر العادى الذى نستخدمه فى قياس درجات الحرارة من أنبوبة مفرغة مغلقة تحتوى على سائل كالزئبق أو الكحول الملون . والنظرية التى بنى عليها عمل الترمومتر ، هى أن جميع السوائل تتمدد عندما تسخن وتنكمش عندما تبرد (كذلك الأجسام الصلبة تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة ولكن تمدد زجاج الترمومتر قليل جدا اذا قيس بالنسبة لتمدد السائل بدرجة تجعله لا يؤثر فى قراءة الترمومتر بدرجة تذكر) . وغالبا ماتكون أنبوبة الترمومتر الداخليـة رفيعة جدا ؛ ففى بعض الترمومترات تكون أرفع من شعر الانسان . ولهذا السبب فان أقل تغيير فى درجة الحرارة يترتب عليه تمدد أو انكماش للسائل بقدر كاف لكى يدفعه فيرتفع أو ينخفض فى الأنبوبة بمقدار ملحوظ . ولما كانت الأنبوبة مدرجة ـ أى مقسمة الى درجات ـ ولهذا فاننا نستطيع قراءة درجة الحرارة بسهولة .

تدريج الترمومتر : الطرق الشائعة لتدريج الترمومتر هى الفهرنهيت والمئوى (السنتيجراد) . ففى التدريج الفهرنهيتى يقسم بحيث تكون نقطة انصهار الجليد عند ٣٢ وغليان الماء عند ٢١٢ . وتكتب هذه الأرقام ٣٢°ف أو ٢١٢°ف ، ولهذا فان هناك ١٨٠ درجة بين نقطة انصهار الجليد ونقطة غليان المـاء وبالطبع من الممكن أن يمتد التدريج تحت وفوق هاتين النقطتين .

وعلى هذا تكون نقطة الصفر على الترمومتر الفهرنهيتى لا تعنى انعـدام الحرارة . ان نقطة الصـفر نقطة اعتبارية اختارها مبتكر التدريج العالم فهرنهيت الذى أمكنه ـ بخلط الثلج والملح ـ الحصـول على درجـة حرارة منخفضـة سماها « صفر » . ولما كانت عملية التدريج تتطلب وجود نقطتين ثابتتين يتم التدريج بينهما فقد ثم اختيار نقطة ثانية ثابتة ، وهى نقطة ١٠٠ التى اعتقد فهرنهيت أنها درجة حرارة جسم الانسان (الواقع أن درجة حرارة الانسان ٩٨٫٦°ف ويقال ان هذا الخطأ ينتج عن أن فهرنهيت وضع هذه النقطة على أساس درجة حرارة البقرة ١٠٠) . وبالرغم من أن الترمومتر الفهرنهيتى قد درج بهذه الطريقة فانه مازال مسـتخدما فى كثير من الدول التى تتكلم الانجليزية ، والناس فى هـذه الدول قد تعودوا على هـذا التدريج وقاوموا كل محـاولة لتغييره . ولكن بقية دول العالم والعلماء فى كل مكان يستخدمون التدريج المئوى (السنتيجراد) .

وفى التدريج المئوى تشير نقطة « الصفر » الى درجة انصهار الجليد ونقطة ١٠٠ الى درجـة غليـان المـاء وتكتب هكذا . صفر°م ١٠٠°م بالترتيب .

وفيما يلى بعض درجات الحرارة المختلفة بتدريجين المئوى والفهرنهيتى :

	تدريج فهرنهيتى	تدريج مئوى
سطح الشمس	١١٥٠٠	٦٣٧١
القوس الكهربية	٧٢٣٢	٤٠٠٠
السلك المتوهج للمصباح الكهربى	٤٥٠٠	٢٤٨٢
شعلة موقد المطبخ	٣٠٩٢	١٧٠٠
انصهار الحديد	٢٧٩٥	١٥٣٥
غليان الزئبق	٦٧٥	٣٥٧
انصهار الرصاص	٦٢٠	٣٢٧
غليان الماء	٢١٢	١٠٠
غليان الكحول الاثيلى	١٧٢	٧٨
اعلى درجة حرارة رسمية سجلت يوم ١٣ سبتمبر سنة ١٩٢٢ (ازيزية بشمال افريقيا)	١٣٦	٥٨
انصهار الشمع البرافين	١٢٨	٥٢
درجة حرارة بعض الطيور	١١٣	٤٥
درجة حرارة جسم الانسان	٩٨٫٦	٣٧
درجة حرارة الغرفة (عادة)	٧٠	٢١
انصهار الجليد	٣٢	صفر
غليان الفروين	ـ٢	ـ١٩
تجمد الزئبق	ـ٤٠	ـ٤٠
اقل درجة حرارة رسمية سجلت يوم أول فبراير سنة ١٩٣٣ فى أويمكن بسيبريا	ـ٩٠	ـ٦٧
تجمد الكحول الاثيلى	ـ٢٠٢	ـ١٣٠
غليان الهواء (حيث يتحول من سائل لغاز)	ـ٣١٠	ـ١٩٠
الصفر المطلق	ـ٤٦٠	ـ٢٧٣

سوائل الترمومتر : يشترط أن يظل السائل الذى يملأ به الترمومتر سائلا عند درجات الحرارة التى ستستخدم هذا الترمومتر فى قياسها . فالسائل اذا تجمد فانه يصبح عاجزا عن التمدد والتحرك فى الأنبوبة الشعرية للترمومتر ، واذا بدأ فى الغليان فانه يسبب تهشيم الترمومتر . ودرجة غليان الزئبق ٦٧٥°ف وهذه الدرجة عالية بقدر يسمح لنا باستعماله فى الترمومترات التى تستخدم فى قياس الدرجات العالية نسبيا ، وكما أن درجة تجمد الزئبق ـ ٤٠°ف (أى ٤٠ درجة تحت الصفر الفهرنهيت) وهى درجة منخفضة بقدر يسمح لنا بقياس درجات الحرارة فى الشتاء البارد . ومن جهة أخرى يفضل الزئبق فى صناعة الترمومترات لأن تمدده منتظم فى مدى واسع من درجات الحرارة .

أما الكحول فانه يغلى عند درجة ١٧٢°ف ، وهى أقل من درجة غليان الماء (٢١٢°ف) ، ولهذا فانه لا يستخدم فى الترمومترات المستعملة فى قياس درجات الحرارة المرتفعة ، ولكن درجة تجمده هى ـ ٢٠٢°ف وهى درجة منخفضة بحيث تسمح لنا باستخدامه فى المناطق القطبية المتجمدة ، ونستخدم الكحول أيضا لأنه أرخص من الزئبق ولأنه يتمدد بمقدار أكبر من الزئبق (٦ مرات) ، ولهذا فحساسيته لتغير درجة الحرارة أشد ، ويلون الكحول باللون الأحمر أو الأزرق لتسهل رؤيته .

أنواع الترمومترات : تصنع الترمومترات باشكال وأحجام مختلفة وتستخدم فى أغراض متعددة . فالترمومتر الطبى له أنبوبة شعرية رفيعة

للغاية حتى يمكن الاستدلال على أقل تعبير فى درجة حرارة الانسان · وهو مدرج ليقيس الدرجات مابين ٣٥°م ، ٤٣°م (٩٢°ف الى ١١٠°ف) وتدفع الحرارة الزئبق من المستودع من خلال الأنبوبة الشعرية ، ويوجد اختناق فى الأنبوبة عند اتصالها بالمستودع فائدته منع الزئبق من النزول عند اخراج الترمومتر من فم المريض رغم تغير درجة الحرارة فى الخارج ، وهكذا يسجل الترمومتر درجة حرارة المريض حتى يتمكن الطبيب من قراءتها · وبرج الترمومتر يعود الزئبق الى المستودع ثانيا ·

وتعتمد الترمومترات المستخدمة فى الأفران على تمدد وانكماش المعادن ، وهذه تسمى بالترمومترات المعدنية · وفى الترمومتر المعدنى يوجد قضيب مصنوع من شريطين من المعدن ملتصقين بعضهما ببعض طوليا ، وغالبا مايكون الشرط الخارجى من الصلب والداخلى من النحاس الأصفر ، ولما كان تمدد النحاس أكبر من تمدد الصلب فان القضيب المعدنى ينثنى نتيجة لتمدده أو انكماشه اذا اكتسب أو فقد حرارة · وتنقل حركة القضيب الى مؤشر يتحرك على مينا مدرجة ·

قياس الحرارة

ماالذى يحوى قدرا أكبر من الحرارة : فنجان به ماء مغلى (١٠٠°م) ، أو صفيحة بها ماء مغلى ؟ ان كليهما له نفس درجة الحرارة التى هى كما عرفت عبارة عن درجة نشاط وحركة جزيئات المادة · فهذا النشاط واحد اذن فى الفنجان والصفيحة ، ولكن صفيحة الماء تحوى عددا أكبر من هذه الجزيئات النشطة ، ولهذا فاننا نقول ان ماء الصفيحة يحوى كمية أكبر من تلك التى يحتوى عليها ماء الفنجان · وبالتالى فان بماء الصفيحة حرارة يمكنه أن يعطيها لجسم آخر أكثر مما يحوى ماء الفنجان · ولهذا يمكنك بسهولة أن تدفىء زجاجة رضاعة الطفل المملوءة باللبن البارد اذا وضعتها فى ماء الصفيحة الساخن ولا يمكنك ذلك اذا وضعتها فى ماء الفنجان ·

وتقدر كمية الحرارة بوحدة تسميها الكالورى أو « السعر » ويعرف السعر بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية · وهذا السعر الذى هو وحدة قياس كمية الحرارة يعرف أحيانا بالسعر الصغير تمييزا له عن السعر الكبير الذى يستخدم فى تقدير القيمة الحرارية للأغذية ·

وعلى هذا فان كمية الحرارة تقدر «بالسعر» أما درجة الحرارة فتقدر « بالدرجة » ·

أثر التسخين

لظاهرة تمدد الأجسام وانكماشها بتأثير تغير درجة حرارتها أهمية كبيرة فى الحياة اليومية · فقضبان السكك الحديدية تثبت بحيث يترك مسافة بين كل قطعة وأخرى لأن حرارة الصيف تجعل القضبان تتمدد بقدر ملحوظ ، فالميل الواحد من قضبان السكك الحديد قد يزيد فى الطول بمقدار ٤ أقدام فى أشد أيام الصيف حرارة عنه فى أكثر أيام الشتاء برودة ، وتسمح المسافة المتروكة بين قضبان السكة الحديد بتمدد هذه القضبان والا فانها تلتوى · ولنفس السبب يراعى عند تثبيتها أن تسمح الفتحات التى تثبت منها القضبان بهذا التمدد والانكماش ، وكذلك فى « الأرصفة » تترك مسافات بين أقسام « الرصيف » فتسمح بالتمدد والانكماش ·

وتثبت الاطارات الحديدية لعجلات العربات وهى ساخنة حتى انها عندما تبرد وتنكمش تثبت أجزاء العجلة جيدا · ونلاحظ أحيانا اذا سكبنا سائلا مغليا فى اناء زجاجى أنه ينكسر لأن السطح الداخلى قد تمدد أسرع من السطح الخارجى ، فيتسبب عن هذا الاختلاف كسر الاناء ، ولهذا تصنع أنواع من الزجاج أضيفت اليها مادة

كيموية لتقليل تمددها وانكماشها ، بالحرارة ، ويعرف بالزجاج الصلب أو الحرارى (بيريكس) .

والسوائل كالأجسام الصلبة تتمدد عندما تسخن وتنكمش عندما تبرد . ولهذا السبب مثلا لا تملأ أجهزة التبريد فى السيارات بالماء تماما .

ويختلف الماء عن بقية السوائل فى أنه عند درجات حرارة معينة ، يشذ عن القاعدة العامة وهى الانكماش بالتبريد والتمدد بالتسخين ، فهو مابين درجة ٤°م ، صفر (من ٣٩°ف ، ٣٢° ف) ، يتمدد بدلا من أن ينكمش عندما يبرد ، ونتيجة لهذا فان الثلج أخف قليلا من الماء ، ولهذا يطفو على سطح الماء ، وهذا الشذوذ فى خواص الماء له نتائجه الهامة على الحياة على هذا الكوكب الأرضى فعندما يتكون الثلج على سطح بركة أو بحيرة فان كثافته القليلة ($\frac{٩}{١٠}$ كثافة الماء) تجعله دائما يطفو على سطح الماء ، وبهذا يكون طبقة عازلة تحول دون تسرب الحرارة من طبقات الماء التى تحته ، ولهذا السبب فان ماء البحيرات والبرك لا يتجمد حتى القاع : كل ماهناك أن الطبقة السطحية هى التى تتجمد فقط ويبقى ماء الطبقات التى تحتها سائلا حتى يسمح بالحياة للأحياء المائية .

ويؤثر تمدد الماء عندما يتحول الى جليد على أنابيب المياه فى شتاء المناطق الباردة فيؤدى الى تجمده ، وكذلك اذا لم نحل دون تجمد ماء أجهزة التبريد بالسيارة فانها تؤدى الى تهشيم هذه الأجهزة . ولهذا يضاف الى ماء التبريد بالسيارة بعض السوائل الكحولية التى تخفض من درجة تجمد الماء . وكذلك لنفس السبب نلاحظ أن اللبن الذى يتكون أساسا من ماء يخرج جزء منه من الزجاجات عند تجمده ، واذا لم يفعل فقد تنفجر الزجاجة نفسها (فى الفصل ٧ أ نجد أن تجمد الماء يؤدى الى تفتيت الصخور) . وهكذا عرفنا أن السوائل والأجسام الصلبة تتغير حجومها مع تغير درجة حرارتها ، والغازات كذلك تتمدد وتنكمش أيضا ولكن بمقدار أكبر ؛ فالهواء يتمدد بالتسخين ويصبح وزنه أخف من وزن نفس الحجم من الهواء البارد ، وفى (الفصل ١٠ أ) رأينا أثر اختلاف درجات حرارة الهواء فى الأحوال الجوية على كوكبنا الأرض ، وتستغل التغيرات التى تحدث فى الهواء نتيجة تغير درجة حرارته فى تدفئة وتهوية المنازل .

تغيير حالة المادة

المادة يمكن أن توجد على حالة الصلابة أو السيولة أو الغازية ويمكننا أن نحول المادة من صورة الى أخرى باعطائها حرارة أو سحب الحرارة منها ، فالزبدة المتجمدة عندما نخرجها من الثلاجة فى يوم شديد الحرارة تكتسب حرارة الجو فتنصهر وتتحول الى سائل ، والماء السائل الذى يوضع فى اناء مكعبات الثلج ويوضع فى براد ثلاجة يفقد جزءا من حرارته فيتحول الى مكعبات صلبة من الثلج ، وبخار الماء فى الجو (غاز) يتكثف عندما يفقد جزءا من حرارته ويتحول الى سائل .

وعندما نقول عن مادة ما انها صلبة أو سائلة أو غازية فاننا نعنى فى الواقع أنها توجد على هذه الصورة فى درجات الحرارة العادية على كوكب الأرض ، ولهذا يعتبر الزئبق سائلا عادة ولكنه يتجمد عند درجة ــ ٤٠°ف أو يغلى عند ٦٧٥°ف ، والنحاس والحديد وغيرهما من المعادن تتحول من حالة الصلابة الى حالة السيولة اذا سخنت بدرجة كافية ، والهواء دائما يوجد بالصورة الغازية ، ولكن بالتبريد الكافى يمكن تحويله الى سائل يعرف بالهواء المسال . والتبريد الكافى لأحد الغازات التى توجد فى الهواء (ثانى أوكسيد الكربون) يحوله الى جسم صلب (الثلج الجاف) ونستخدمه فى تبريد المواد الغذائية .

وتعرف الدرجة التى يتحول عندها الجسم من حالة الصلابة الى حالة الغازية « بدرجة

الانصهار » وتختلف درجة الانصهار باختلاف المواد المختلفة ويستغل الانسان هذا الاختلاف ، فمعدن التنجستن الذى له درجة انصهار مرتفعة للغاية تبلغ آلاف الدرجات ، يستخدم فى صناعة السلك المتوهج فى المصباح الكهربى • ومن ناحية أخرى نستخدم سبيكة من المعادن تكون درجة انصهارها منخفضة لكى نصنع منها أسلاك الكبسات الكهربية (المنصهرات) حتى تنصهر عند اللزوم فتقطع الدائرة الكهربية (انظر فصل ٢١ أ) وتستخدم أيضا هذه الخاصية فى الاطفاء الآلى للحرائق ، فتوجد فى المبانى أنابيب مياه يسد فتحاتها معادن درجة انتهائها منخفضة ، فاذا ارتفعت درجة حرارة المبنى بسبب الحريق انصهر المعدن وخرج الماء بشكل رشاش من فتحات الأنابيب فينطفىء الحريق •

أوانى الطهو ذات الضغط : ذكرنا أن الماء يغلى عادة عند درجة ١٠٠°م أو ٢١٢°ف • وعندما نقول « عادة » فاننا نعنى أن ذلك يحدث عند مستوى سطح البحر • ومهما اشتد الغليان تحت تلك الظروف فان درجة السائل لن ترتفع عن ١٠٠°م ، وان ترك شعلة اللهب عالية ، عندئذ يعتبر تبذيرا فى استعمال الوقود • وأيا كان الشىء الذى بالماء فان نضجه يستغرق نفس الوقت سواء زادت قوة الموقد أو بقيت منخفضة ، والحرارة الزائدة تستهلك فى تحويل الماء الى بخار بسرعة• ولكن من الممكن أن ترتفع درجة حرارة الماء عن ١٠٠°م اذا زاد الضغط الواقع على سطحه ، وهذا هو المبدأ الذى تقوم على أساسه فكرة آنية الضغط ، فنظرا لأنها محكمة الاغلاق فان البخار يظل محفوظا فيتراكم ويزداد الضغط الواقع على السائل فى الاناء ، فبدلا من أن تقف درجة الحرارة عند ١٠٠°م فانها تصل (هى والبخار) الى درجة أعلى وربما تصل الى ١٢٠°م فى حلل الضغط العادية • ولهذا السبب تنضج البقول واللحوم والبطاطس أو أى نوع آخر من الأطعمة بسرعة أكثر، ولما كان فى زيادة تجمع البخار وزيادة ضغطه بالتالى خطورة كبيرة فان هذه الأوانى تزود بصمامات أمان تفتح عندما يصل الضغط الى درجة معينة فتسمح بمرور البخار الزائد الى الخارج فينخفض الضغط ، فهذه الصمامات تعمل عندما يصل الضغط الى درجة الخطورة •

حدث فى الأيام الأولى من آيام الطيران عبر الأطلنطى أن أرسل الطيار هذه الاشارة اللاسلكية من طائرة غير مكيفة الضغط « كم من الوقت يلزم لسلق بيضة يستغرق سلقها ثلاث دقائق على الأرض ونحن على هذا الارتفاع ؟ » فأجرى المسئولون فى واشنطن عملية حسابية وأرسلوا اليه الاجابة المطلوبة ، وكانت أكثر من ثلاث دقائق بكثير ، وقام الطيار بسلقها حسب المدة التى تلقاها ونضجت البيضة الى الدرجة التى يفضلها ، فلماذا احتاجت البيضة الى مدة أطول من ثلاث دقائق ؟ لما كان الضغط منخفضا بزيادة الارتفاع فان الماء لهذا السبب يغلى فى الطائرة عند درجة أقل من ١٠٠°م ، ولهذا يحتاج سلق البيضة أو أى نوع آخر من الأطعمة الى مدة أطول من المدة التى يحتاج اليها على سطح الأرض • وهذه الظاهرة عكس ظاهرة الطهو فى أوانى الضغط •

انتقال الحرارة

اذا وضعت اناء من النحاس على النار فى معسكر فانك بعد برهة تجد يد الاناء ساخنة ، والطائر الجالس فوق شجرة على بعد ٤٠ قدما فوق النار يشعر بسخونتها ، وكذلك أفراد فريق الكشافة الجالسون حول نار المعسكر يحسون بالدفء المنبعث من ألسنة اللهيب تلفح وجوههم •

فى كل حالة من هذه الحالات كانت الحرارة تنتقل من النار الى الاناء والى الطائر والى أفراد فريق الكشافة ، ولكن الطريقة التى انتقلت بها الحرارة فى كل حالة تختلف عن الأخرى ، فهناك ثلاث طرق لانتقال الحرارة :

١ ــ بالتوصيل •

٢ ـ بالحمل ٠

٣ ـ بالاشعاع ٠

انتقال الحرارة بالتوصيل : تنتقل الحرارة من الاناء الى يده بالتوصيل ٠ ومن السهل أن نفهم عملية انتقال الحرارة بالتوصيل اذا تذكرنا أن الاناء كأى مادة أخرى مكون من جزيئات ، وفى هذه الحالة جزيئات نحاس وأن الحرارة التى بالاناء ترجع الى حركة الجزيئات ، وتبدأ جزيئات النحاس فى المنطقة الملامسة للنار فى الحركة بسرعة وتصطدم بغيرها من الجزيئات الملامسة لها ، والأبرد منها فتتحرك بدورها بسرعة فتسخن وتستمر هذه العملية تدريجيا حتى تصبح اليد ساخنة ٠ فالتوصيل اذن عبارة عن طريقة لانتقال الحرارة بواسطتها تنتقل الطاقة من جزىء الى آخر نتيجة التصادم بين هذه الجزيئات ٠ فأنت تحرق اصبعك التى تلمس يد الاناء الساخن لأن حرارة اللهب قد تسببت فى بدء حركة نشاط فى الجزيئات وانتقلت هذه الحركة حتى وصلت الى جلد اصبعك ، حتى جزيئات جلد اصبعك تتحرك بسرعة عندما تبسخن ، وتكشف أعضاء الحس عن هذه الحركة وتقوم بارسال اشارة الى المخ عن طريق الأعصاب (وليس النقل هنا لهذه الاشارة بطريقة التوصيل) وبهذه الطريقة تحس بالحرارة ٠

ولا تتساوى الأجسام فى قدرتها على توصيل الحرارة فالخشب موصل ردىء للحرارة ولذلك يستخدم فى صناعة أيدى أوانى الطهو ٠ والمعادن عموما أجود فى توصيلها للحرارة من غيرها من المواد غير المعدنية ، والسوائل والغازات والمواد غير المعدنية جميعها رديئة التوصيل للحرارة وتعرف بالمواد العازلة ، ولهذا تستخدم لوقاية أجسامنا من الحرارة أو لمنع الحرارة من التسرب من أجسامنا ٠ وعندما نستخدم فوطة أو قطعة قماش فى رفع حلة ساخنة من على النار فنحن نستغل رداءة توصيل القماش للحرارة ، وكذلك رداءة توصيل الهواء الذى يتخلل مسام هذا القماش ٠

انتقال الحرارة بالحمل : كيف أحس بالحرارة كالطائر الذى يجلس بعيدا عن النار فوق شجرة ؟ ان الذى حدث هو أن طبقة الهواء الملامسة للنار قد سخنت وتسبب عن ذلك تمدد فى حجم الهواء وبالتالى خفة فى وزنه بالنسبة للهواء المحيط ، ولهذا ارتفع الى أعلى وحل محله الهواء البارد وهكذا ـ وقد عرفنا فى (فصل ١٠ أ) كيف أن تيارات الحمل كهذه التى تتكون نتيجة اختلاف توزيع الحرارة على الأرض هى السبب فى تحركات الهواء على نطاق واسع وبالتالى فى تغير الجو حول الأرض ٠

وتعتمد تدفئة المنازل على تيارات الحمل ، فالهواء الذى يسخن يرتفع الى أعلى ويمر بأجزاء الغرفة فيدفئها ، ويهبط الهواء البارد الى أسفل حيث يسخن بفعل أنابيب المياه أو البخار الساخن أما فى استعمال الدفايات ذات المدخنة التى تحرق الفحم أو الخشب فى الغرف ، فهناك فقدان كبير للحرارة ؛ اذ أن معظم الحرارة يتسرب الى الخارج من المدخنة ٠

انتقال الحرارة بالاشعاع : فى حالة التوصيل تنتقل الحرارة نتيجة التصادم بين جزيئات المادة ، وفى الحمل تنتقل كل جزيئات المادة المسخنة (سواء أكانت سائلة أم غازية) ونتيجة لدورانها تنتشر الحرارة ، أما طريقة انتقال الحرارة بالاشعاع فتختلف عن هاتين الطريقتين ٠ ان الحرارة التى نشعر بها تلفح وجوهنا لا تنتقل نتيجة لتصادم الجزيئات ولا نتيجة لانتقال الهواء الساخن ، ولكن نتيجة لطاقة موجية تسمى اشعاع الأشعة تحت الحمراء (انظر فصل ٢٣ أ) ٠

وهذه الطريقة لانتقال الحرارة من أهم الطرق فهى المسئولة عن تدفئة الأرض بواسطة الشمس ، بديهى أن حرارة الشمس لا يمكن أن تنتقل الينا بالتوصيل أو الحمل لأن معظم مسافة الـ ٩٣ مليون ميل التى تفصلنا عن الشمس عبارة عن فراغ خال من أى جزيئات ٠

ويجب ألا نتصور أن الأشعة تحت الحمراء نفسها عبارة عن حرارة فان الفراغ الواقع بين الأرض والشمس شديد البرودة ؛ فهو يقرب من الصفر المطلق . والواقع أن هذه الأشعة تحت الحمراء تشبه أمواج التليفزيون الصادرة من محطة الارسال . هذه الأمواج يجب أن تلتقط بجهاز تليفزيونى يقوم بتحويلها الى ضوء فنراها . بنفس الطريقة يتم ارسال الحرارة من الشمس فتنبعث منها تموجات الأشعة تحت الحمراء ، ولا تولد حرارة الا عندما تصطدم بجسم حيث تثير جزيئاته .

ولا ترى العين البشرية هذه الأشعة تحت الحمراء التى تقع تحت أشعة طيف الشمس الحمراء المرئية ، وسنناقش هذا الموضوع بتفصيل أكبر فى (فصل ٢٣ آ) ، وتصدر عن جميع الأجسام أشعة تحت الحمراء ، فاذا وضعت يدك تحت سطح مكواة ساخنة دون أن تلمسها (وبالذات تحت المكواة حتى لا تنتقل الحرارة بالحمل فى الهواء) فانك تشعر بحرارتها وقد انتقلت اليك عن طريق الاشعاع . ويمكنك أن تحس بحرارة الاشعاع الخارجة من جسمك اذا وضعت يدك مفردة قريبا جدا من خدك .

البرودة الناشئة عن البخر

بلل اصبعك بماء فى درجة حرارة الجسم تقريبا . اتركها فى الهواء قليلا تشعر ببرودة كلما تبخر الماء الذى يبلل اصبعك . فالبخر يصحبه برودة ، أو بمعنى آخر يمكن أن نقول ان البخر عامل من عوامل فقد الحرارة ، ولكن لماذا ؟ هنا تأتى النظرية الجزيئية الى الصورة ثانيا . لقد عرفنا أن حرارة المادة ترجع الى طاقة الحركة فى جزيئاتها ، ولكن جزيئات المادة لا تتحرك بسرعة واحدة ، وتهرب بعض جزيئات الماء سريعة الحركة (الساخنة) الملامسة لجلد اصبعك وتخلف وراءها الجزيئات بطيئة الحركة (ذات درجة الحرارة المنخفضة) ، وفى الوقت الذى يتبخر فيه الماء تترك الحرارة الماء الذى يتبقى مؤقتا على اصبعك ، ونقص درجة حرارة الماء بسبب نقص الحرارة من اصبعك فتشعر بالبرودة ، ونستعين بهذه الظاهرة فى تخفيف حرارة المريض بالحمى ، فيدهن جسمه بالكحول الذى يتبخر بسرعة فيخفض من حرارة المريض أسرع مما لو استعملنا الماء .

ويعمل تبخر العرق على تنظيم حرارة أجسامنا ، فأجسامنا آلة توليد حرارة يقوم الجلد فيها بعمل جهاز التبريد ، والعرق هو السائل المبرد ، يخلصنا تبخره من الحرارة الزائدة .

ولعلك تذكر فى (فصل ١٠ أ) كيف استخدمنا برودة البخر فى تقدير نسبة الرطوبة فى الجو ، لأن البخر وبالتالى البرودة يزداد سرعة فى الجو الجاف عنه فى الجو الرطب .

المواد العازلة للحرارة

الغرض من عزل الحرارة بصفة عامة هو منع الحرارة من الانتقال الى مكان لا نريدها أن تنتقل اليه . وهذا صحيح سواء أكنا نتكلم عن أجسامنا أم منازلنا ؛ ففى جميع الحالات تنظم عملية تسرب الحرارة عن طريق التحكم فى عمليات التوصيل أو الحمل أو الاشعاع حيث ان هذه هى الطرق التى تنتقل بها الحرارة .

الملابس : أجسامنا — كما عرفنا قبل ذلك — عبارة عن آلات توليد حرارة تحرق الوقود وتجعل درجة الحرارة دائما ٩٨٫٦°ف أو ٣٧°م . وفائدة الملابس هى المحافظة على راحة لابسها فى البيئة المعينة التى يعيش فيها ؛ فالملابس تمنع فقد الحرارة من الجسم ، وذلك لأنها تحبس بين طياتها طبقات متعددة من الهواء المحبوس فى مسام النسيج وفى الجيوب الواقعة بين طبقات القماش ، وهذا الهواء المحبوس لا يقوى على نقل الحرارة بالحمل ، وبهذا يحول دون فقد الجسم للحرارة . والطيور تقى نفسها من البرد بأن تنفش ريشها وبهذا تحبس كمية أكبر من الهواء . والملابس

الصوفية تدفىء أكثر من غيرها لأنها تحوى بين مسامها كميات أكبر من الهواء ·

وفى تفصيل الملابس يجب أن نراعى أيضا أنها تسمح بتبخر العرق ، فاذا ظلت الطبقات الداخلية مبللة بالعرق ، فاننا بذلك نكون قد ملأنا المسام التى كانت تحوى الهواء بالماء ، وبهذا لا يتم عزل القماش للحرارة ، ويصبح القماش موصلا للحرارة فتتسرب من الجسم بصورة أسرع ·

والتيارات الهوائية لها ضررها ومضايقاتها وخاصة فى الهواء البارد ، وذلك لأن تيار الهواء يحمل الحرارة من ملابسنا ، ولهذا يجب أن تكون الطبقات الخارجية من الملابس محكمة حتى لا تجعل التيارات الهوائية تؤثر فى نقل الحرارة ·

وفى الجو الحار مشكلة العزل الحرارى لها أهميتها أيضا فى الوقاية من حرارة الشمس القاسية ، والملابس يجب أن تكون سميكة بحيث تمنع وصول حرارة الشمس الى الجسم وفى نفس الوقت مسامية بحيث تسمح بتبخر العرق الذى كما عرفنا يساعد على التبريد الطبيعى للجسم ·

والملابس القاتمة أكثر امتصاصا للحرارة من الملابس الفاتحة ، ويمكنك اختبار ذلك بوضع قطعتين من القماش من نفس الحجم ولكن احداهما قاتمة اللون والأخرى فاتحة ، فى الشمس ، ثم تحسس حرارتهما تجد الداكنة أسخن من الفاتحة ، ولهذا السبب تفضل الملابس القاتمة شتاء فى الجو البارد ، والملابس الفاتحة صيفا فى الجو الحار ·

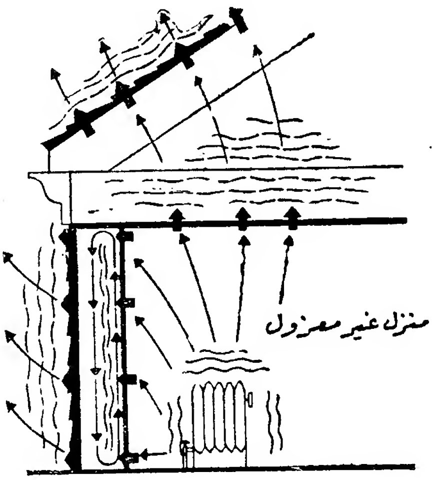
المنازل : العمل على عدم فقد الحرارة من المنازل يجعلها صحية وأكثر راحة وأكثر اقتصادا فى الوقود لنفس الأسباب التى ذكرناها فى الحديث عن الملابس ، وعملية العزل فى المنازل تتم بعدة طرق ، احدى هذه الطرق هى جعل الجدران مزدوجة وملء المسافات بين الجدارين بمواد خفيفة مسامية كالاسبستوس أو الزجاج الأسفنجى ، وهذه المواد تمنع التيارات الهوائية وتحبس الهواء الذى نعرف نه موصل ردىء للحرارة ·

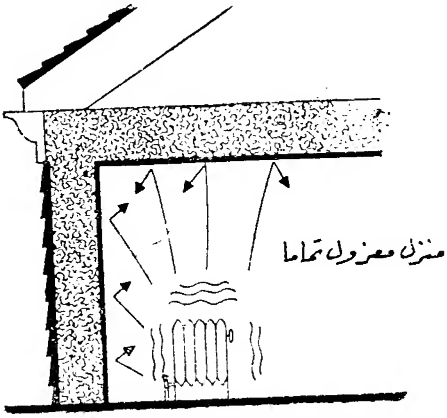
ويستخدم الخشب والطوب والأسمنت والقوالب المفرغة فى بناء المنازل لأنها موصلة رديئة للحرارة ، ولهذا تمنع تسرب الحرارة من المنزل ، وفى المناطق الباردة حيث تحتوى المنازل على أنابيب تدفئة تغطى هذه الأنابيب بالاسبستوس أو الصوف الزجاجى أو أى مادة عازلة لمنع الحرارة من التسرب فى الأماكن التى لا يتطلب الأمر فيها تدفئة كبيرة ، وتحوى جدران الثلاجات على مواد عازلة بين هذه الجدران لمنع حرارة الغرفة من التسرب الى داخل الثلاجة ، وفى المناطق الكثيرة الرياح والعواصف توضع حول النوافذ والأبواب استحكامات لمنع تسرب الهواء الدافىء من هذه الفتحات ·

تدفئة المنازل

كانت المدافىء قديما هى الوسيلة الوحيدة لتدفئة المنازل ، ولكن هذه المدافىء لم تكن أحسن وسيلة للتدفئة ، وفى أمريكا كان المستعمرون الأوائل يقضون ليالى الشتاء فى أسرتهم خشية البرد الشديد ، حتى اذا ماقتربوا من ألسنة اللهيب فى المدفأة ليتلقوا بعض الدفء بالاشعاع ، فان الهواء البارد كان يلفح ظهورهم ، وكانوا يلجأون الى تسخين قطع من الأحجار على النار ووضعها فى فراشهم قبل النوم لتدفىء الفراش البارد كالجليد ، ولهذا أيضا استخدموا ريش الطيور فى حشو الفراش ، كما استخدموا الأغطية الثقيلة ·

مدفأة فرانكلين : تمكن بنيامين فرانكلين فى سنة ١٧٤٤ من اختراع مدفأة أدخلت تحسينا كبيرا على وسائل التدفئة ، وكانت هذه المدفأة توضع فى مكان المدفأة الأصلى بالمنزل ، ولما كانت هذه المدفأة مقفلة فان الفقد فى الحرارة لم يكن





اذا لم يكن المنزل معزولا فان جزءا كبيرا من الحرارة الناتجة عن جهاز التدفئة يفقد خلال الجدران. فالحرارة تنتقل بطريقة التوصيل خلال الجدران وبتيارات الحمل فى المسافات الهوائية بين الجدران . أما فى المنزل المعزول فان معظم كمية الحرارة يحتفظ بها فى داخل المنزل . وبسبب أن المواد العازلة موصلات رديئة فان كمية الحرارة التى تفقد بالتوصيل تكون قليلة . وكما كان عزل المنازل يملأ المسافات الهوائية فان ذلك يمنع حدوث تيارات للحمل .

كبيرا ، مع أن عملية التدفئة بوساطة هذه المدفأة كانت عن طريق الاشعاع غالبا الا أنها كانت تحدث بعض تيارات الحمل بنقل الحرارة الى هؤلاء البعيدين عن موجات حرارة الاشعاع ، وقد أدخلت بعض تحسينات على مدفأة فرانكلين ، فأدخلت المدفأة الى الغرفة بعد أن أغلقت حول النار تماما وزودت بمدخنة ، وكان هذا النوع أكثر فائدة فى التدفئة عن طريق الحمل والاشعاع . وفى العصر الحديث تطورت وسائل التدفئة فاستغنى عن ادخال النار فى الغرف تماما وبنيت الأفران فى « البدرومات » أو فى غرف خاصة ، وتتفرع أنابيب الهواء الساخنة فى الغرف لتزويدها بالهواء الدافئ .

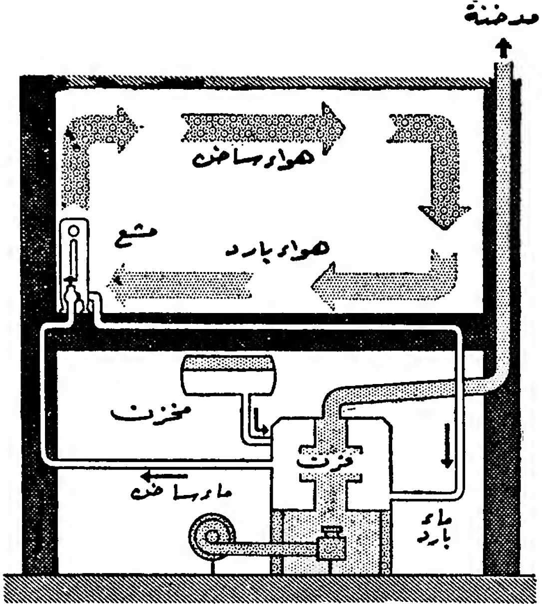
التدفئة بالماء الساخن : تعتمد أجهزة التدفئة بالماء الساخن على انتقال الحرارة بطريقة تيارات الحمل التى تبدأ نتيجة عملية تسخين المياه كما هو مبين بالرسم ، فعند تسخين الماء فى الغلاية يتمدد ويخف فيندفع الى أعلى بواسطة الماء البارد الذى يدخل من أسفل الغلاية ، ويدخل الماء الساخن فى أنابيب التدفئة بغرف المنزل ، وتنتقل الحرارة من الماء الى معدن الأنابيب ، ومنها الى الهواء المحيط بسطحها الخارجى ويبدأ الهواء الساخن دورته فى الغرفة فينقل الحرارة بين أجزائها بطريقة الحمل . وفى أثناء ذلك تكون المياه داخل الأنابيب قد بردت فتهبط الى الفرن ثانيا فى أنابيب خاصة لكى تسخن ثانيا وتعود الى الغرفة . وهكذا تستخدم نفس المياه دورة بعد أخرى فى جهاز مغلق فيسخن الماء فى الفرن ويفقد حرارته فى الأنابيب .

التدفئة بالبخار : فى هذا النوع تكون الغلاية مملوءة جزئيا بالماء ، وعندما يشتعل الفرن يتحول جزء من الماء الى بخار (يسمى بخار حى) . ولما كان بخار الماء يشغل فراغا أكثر بكثير مما يشغله الماء (لتر الماء يصبح حوالى ١٦٠٠ لتر عندما يتحول الى بخار) فان الضغط المتكون يزداد بحيث يدفع البخار الى أنابيب التدفئة فى المنزل ، وهناك يتكاثف البخار ويعطى حرارته لأنابيب التبريد .

ونلاحظ كثرة عدد لفات أنابيب التدفئة حتى تكون مساحة أكبر لتدفئة الهواء ويوجد فى جانب كل مجموعة من أنابيب التبريد « صمام البخار » وفائدته قطع تيار البخار عندما تصل درجة الحرارة الى الدرجة المطلوبة ، وهذا الصمام اما أن يترك مفتوحا تماما واما مغلقا تماما ، فهو لم يصمم ليعمل فى وضع وسط • أما الصمام الآخر الذى يشاهد فى الطرف الآخر من الأنابيب فهو صمام الهواء ، فعند دفع البخار الى أنابيب التدفئة الباردة يجب أن يطرد الهواء الذى كان يشغلها ، وصمام الهواء هو الذى ينظم هذه العملية فيظل مفتوحا حتى يخرج الهواء ويغلق من تلقاء نفسه عند وصول البخار الساخن ، وفى المساء عندما تهدأ نار الغلاية وعندما يتحول البخار فى الأنابيب الى ماء ويعود الى الغلاية فان الصمام بعد أن يبرد يسمح للهواء بالدخول ليحل محل البخار أتوماتيكيا •

وتحدث دورة المياه باستمرار كما يحدث فى حالة التدفئة بالماء الساخن فيتبخر الماء ويجرى فى الأنابيب ليتحول الى ماء ثانيا تتكرر الدورة وهكذا • وهذه الدورة تشبه دورة الماء فى الطبيعة السابق وصفها فى (الفصل ١٠ أ) •

التدفئة بالاشعاع : تستخدم طريقة التدفئة بالاشعاع الآن فى كثير من المنازل والمبانى الحديثة، وفى هذه الطريقة يدفع الماء الساخن الى أنابيب حديدية مدفونة فى الأسقف وأرضيات الغرف وجدرانها ، هذه الأنابيب المدفونة والتى حلت محل الأنابيب التى كانت تشغل جزءا من فراغ الغرفة تدفىء الجدران والأسقف والأرضية وتشع منها الحرارة فتدفىء الغرفة ، وعندما تصل حرارة الاشعاع هذه الى الأشخاص فى الغرفة يحسون بالدفء ، فى الطرق الأخرى حيث تتم التدفئة بالهواء أو الماء لابد من تدفئة الهواء نفسه أولا ، ويدعى مهندسو التدفئة أن هذه الطريقة اقتصادية أكثر من غيرها من الطرق •



جهاز التدفئة الذى يستخدم الماء الساخن عن طريق احتراق البترول يوضح انتقال الحرارة من مكان لآخر • يسخن لهب الموقد الماء عن طريق التوصل لجدران المرجل • ويتحرك الماء الساخن الى أعلى عن طريق الحمل اذ يدفعه الماء البارد الذى يترك المشعات لاعادة تسخينه • ويسخن المشع هواء الغرفة عن طريق الاشعاع جزئيا ولكن عن طريق تيارات الحمل فى الهواء بالدرجة الأكبر كما هو موضح بالأسهم •

التبريد

يأتى موضوع التبريد تحت باب الحرارة لأن تبريد جسم معناه سحب حرارة منه ، فالثلاجة الكهربية عبارة عن جهاز سحب للحرارة على الأقل من الأطعمة التى توضع داخلها •

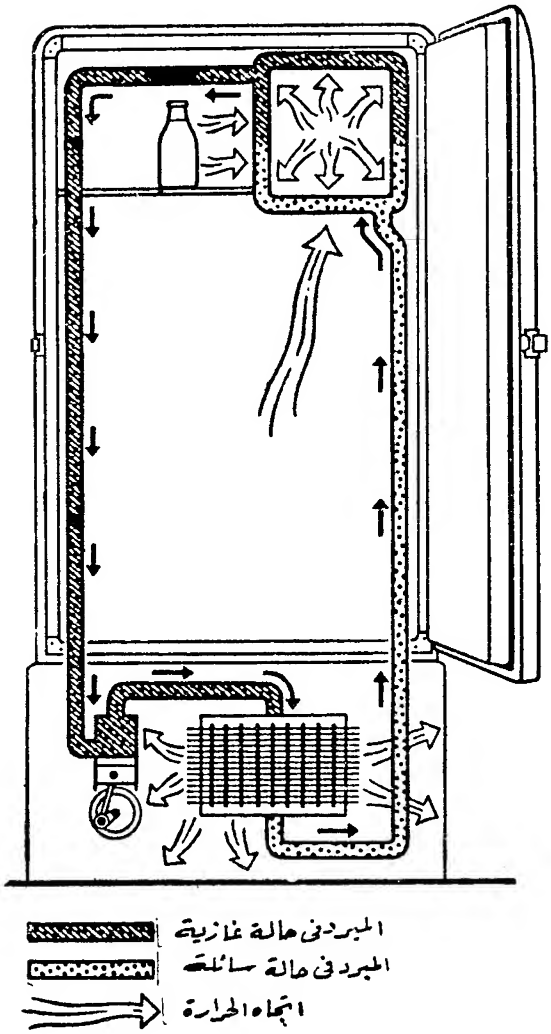
والواقع أن اختراع الثلاجات (التى لا يتم فيها التبريد بالثلج) قد أحدث ثورة فى حفظ الأطعمة ، وليس التبريد الذى نقصده هنا مقصورا على التبريد فى المنزل ، فهناك عربات السكة الحديد والسيارات والطائرات المزودة بأجهزة التبريد تنقل اللحوم والخضراوات والألبان ومنتجاتها والأسماك والخضروات فى غير مواسمها

فى أى وقت نشاء . وسنعرض الآن كيفية عمل الثلاجات .

تقوم عملية التبريد فى الثلاجة على البرودة الناشئة عن البخر . ضع قطرات من الكحول أو الأثير على كفك واتركها تشعر بالبرودة نتيجة تبخر السائل فعند تبخر الكحول يسحب كمية من الحرارة من اليد ثم يختفى فى الهواء . فاذا استطعت بوسيلة ما أن تجمع بخار الكحول وتضغطه ليبرد ويتحول الى سائل ثانيا وتضعه على كفك ثانيا فانك ستظل تشعر ببرودة كفك باستمرار . هذه الدورة المستمرة هى الفكرة التى تقوم عليها الثلاجة .

وبدلا من الكحول يستعمل فى الثلاجة النشادر أو كلوريد الميثيل ، أو الفريون Freon وتسرى سوائل التبريد هذه فى أنابيب فى دائرة مغلقة كما ترى فى الرسم ، فعندما يسرى السائل المبرد فى الأنابيب التى تمر حول البراد (الفريزر) يتحول الى بخار (غاز) . ولما كان البخر يحتاج الى حرارة ، فان السائل المبرد يأخذ حرارة تبخره من الأجسام المحيطة داخل الثلاجة ، وبهذه الطريقة تفقد هذه الأجسام جزءا من حرارتها ، وتقوم مضخة بسحب بخار السائل المبرد من الأنابيب الى جهاز التكثيف . وفى المكثف يفقد البخار حرارته عن طريق جدرانه المشعة ويتحول الى سائل ثانيا . وتتكرر الدورة باستمرار ويستمر التبريد . وبهذه الطريقة تتخلص الأطعمة والهواء داخل الثلاجة من حرارتها عن طريق السائل المبرد الذى يحملها الى هواء الغرفة . وعلى هذا فالثلاجة تسحب الحرارة من الأجسام المراد تبريدها وتتخلص منها الى أماكن أخرى .

التجميد السريع : اكتشف العلماء فى السنوات القليلة الأخيرة أن مختلف الأطعمة اذا تجمدت بسرعة وحفظت على درجة حرارة تحت درجة التجمد فانه يمكن حفظها الى مالا نهاية تقريبا . ويحتاج تجميد الأطعمة الى ثلاجات خاصة تحفظ فيها الأطعمة على درجات حرارة تتراوح بين



تحفظ الثلاجة الآلية محتوياتها باردة بتوصيل الحرارة من غرفة التبريد الى الهواء الخارجى .

١٠ ، ٢٠ درجة تحت الصفر الفهرنهيت . ومع أن هذه الطريقة تستخدم فى الأغراض التجارية الا أنها بدأت تدخل فى المنازل وينتشر استعمالها.

ولكن لماذا يجب أن يتم التجميد بسرعة ؟ عندما تتجمد الأطعمة فان مابها من ماء يتجمد الى بلورات ثلجية . فاذا تجمد الماء ببطء فان نسبة بلورات الثلج المتكونة تكون كثيرة وهذا يؤدى الى تفتيت خلايا الأطعمة وفقدها لطعمها ورائحتها. وهذا صحيح خصوصا بالنسبة للفواكه

والخضراوات ، فى حين اذا تجمدت الأطعمة بسرعة تكون بلورات الماء المتجمد دقيقة بدرجة لا تؤدى الى تفتيت جدران خلاياها •

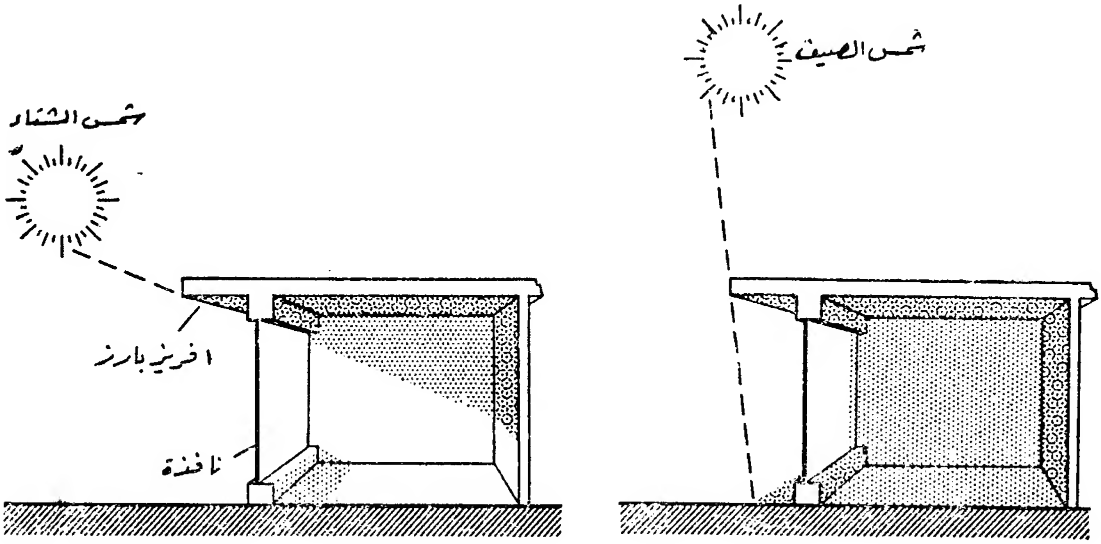
وقد بدأ حفظ الأطعمة عن طريق التجميد السريع محل الطرق القديمة التى كانت تستخدم فى حفظها ، وتباع الآن فى كثـــير من الأسواق الحديثة ، أنواع مختلفة من الأطعمة المتجمدة •

تكييف الهواء

يمكن تعريف عملية تكييف الهواء بمعناها الواسع بأنها عملية يتحكم فيها الانسان صناعيا فى الظروف الجوية المحيطة به ، فالانسان يهمه أن يتمكن من التحكم فى البيئة التى يعيش فيها والتى يجد فيها درجة الحرارة مرتفعة أكثر مما يجب أو منخفضة بدرجة لا يتحملها ، وقد يجد الهواء رطبا أو جافا أكثر من اللازم ، الا أن رائحته غير سارة ، وتهدف عملية التكييف الى معالجة كل هذه الأمور •

ويستخدم الاصطلاح « تكييف » فى عملية استخدام الأجهزة التى بدأ استعمالها ينتشر بسرعة فى المسارح والمكاتب والشركات وحديثا فى المنازل الخاصة • وحديثا صنعت أجهزة تكييف تثبت على نوافذ الغرف وانتشر استعمالها انتشاراً كبيرا ، ويحتوى جهاز التبريد على ملف تبريد متصل بآلة التبريد ، ويمر الهواء الساخن الى خارج الغرفة ، وتوجـد مروحة تدفع هـواء الغرفة الى مرشحات تنقى الهواء من الأتربة والشوائب ، ثم يمر الهواء على ملفات التبريد فتبرده وتنظم كمية الرطوبة به، ثم يدفع الهواء البارد داخل الغرفة ، ويوجد فتحة خاصة تمد جهاز التبريد بالهواء النقى من الخارج، وقد استطاعت هـــذه الأجهزة أن توفر للانسان جـوا مريحا للنوم والعمل مهما تكن درجة حرارة الجو ورطوبته غير محتملة •

وهنـاك تطور جديد فى وســائل تكييف الهواء يسمى « مضخة الحرارة » وهـــذا الجهاز يوفر للمنزل تكييفا مستمرا طول العـــام فيقوم بالتبريد صيفا والتدفئة شتاء ، ويعمل هذا الجهاز بالكهربا ، ولذا فهو لا يحتاج الى وقود مطلقا •



يوضح هـــذا الرسم التخطيطى كيف يسخن المنزل بواسطة الشمس فى الشتاء • ولكن هـذا المنزل فى الصيف لا يكون ساخنا بدرجة كبيرة • تذكر ان الشمس فى الشتاء تكون مائلة بدرجة أكبر كثيرا من الصيف •



هذا الفرن الشمسي يستخدم أربع مرايا مستوية تعكس ضوء الشمس داخل الفرن . وترى الدكتورة ماريا تلكس مخترعة الفرن تفحص بعض الأطعمة المطهوة فيه .

وفى هذا الجهاز يسحب الحرارة من المنزل الى الخارج صيفا حيث يصبح المنزل كالثلاجة من الداخل ، أما فى الشتاء فيجمع الحرارة من الخارج (حتى اذا كانت درجة الحرارة فى الخارج منخفضة فجميع الأجسام حتى الباردة منها تحوى حرارة داخلها) ويجذبها الى داخل المنزل .

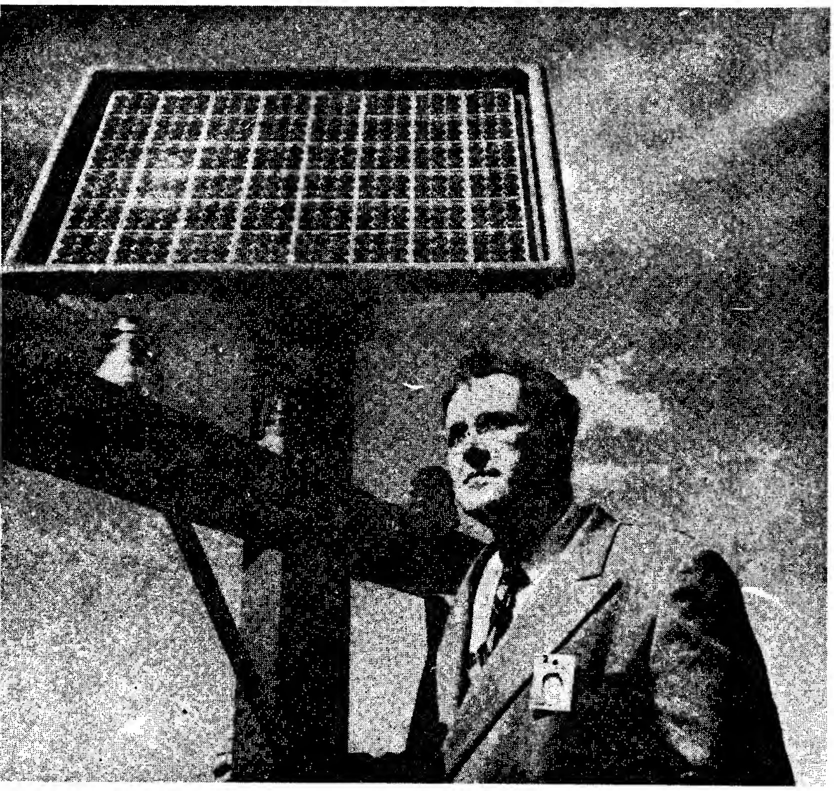
وتزود هذه الأجهزة التى بدأ استعمالها ينتشر فى أمريكا على نطاق واسع بجهاز تنظيم آلى يقوم بضبط درجة الحرارة فى الداخل ، وهكذا يمكن « دفع » الحرارة داخل أو خارج المنزل ، ويزود المنزل بمجار هوائية خاصة تحمل الهواء البارد أو الساخن الى جميع أجزاء المنزل .

الطاقة الشمسية

تعتبر الشمس — بطريق مباشر أو غير مباشر — مصدر كل الحرارة على الأرض ، فيما عدا الحرارة التى نحصل عليها من داخل الذرة (انظر فصل ١٩ أ) . والشمس لا تدفىء الأرض فقط ولكنها تمد النبات بالطاقة اللازمة لاعداد الغذاء اللازم له ، وللحيوانات التى تأكله ، وحرارة الشمس تبخر الماء من البحار ليتجمع بشكل سحب منها يتساقط الأمطار على الجبال ، وتجرى المياه نحو البحار وفى طريقها يضع الانسان التربينات فتديرها قوة اندفاع الماء وبها تتولد الطاقة الكهربية ، والوقود الذى يستخدمه الانسان لاستكمال حاجته من الحرارة مثل الفحم والبترول والخشب كلها مخلفات كائنات حية استمدت الطاقة أصلا من الشمس .

والفحم والغاز الطبيعى وزيت البترول مصادر محدودة من مصادر الطاقة ، واذا استمر استهلاكنا لهذا الوقود بالكميات الحالية فاننا نعرض هذه المخازن من الوقود الجاهز للنفاد ، ولا شك أن هذه المصادر فى طريقها الى النفاد ، الغاز الطبيعى أولا ، ثم البترول ، ثم الفحم .

لهذا السبب هناك اهتمام كبير فى جميع أنحاء العالم للبحث عن مصادر جديدة للطاقة الحرارية ، وتجرى البحوث الآن للحصول على هذه الطاقة من الطاقة الذرية . ولكن استخلاصنا للطاقة الذرية محدود الآن بكميات اليورانيوم



هــذه البطارية الشمسية فى مرحـلة الاختبار فى شـبكة تليفونات • وأهم مافى البطارية قرص صـغير من السـليكون يحول ضوء الشمس الى كهرباء •

والثوريوم اللازمة • واذا استطعنا أن نسيطر على القنبلة الهيدروجينية فان الانشطار الذرى (انظر فصل ١٩ أ) يمكن أن يولد لنا كميات لانهاية لها من الطاقة لأن مصــدر الأيدروجين عـلى الأرض لا نهاية له ، ولكننا حتى الآن لم نتمكن من ذلك .

وربما كان علينا أن نتجه بأنظارنا نحــو السماء ـ نحو الشمس نفسها ، التى تغمرنا منذ ملايين السنين بالحرارة والدفء • ان الطاقة التى تستمدها الولايات المتحدة من الشمس فى ساعتين تعادل كميـة الطاقة التى تتولد من الوقود الذى يستهلك فى عام كامل •

فلماذا لا نستغل هذا المصدر ؟ هذا السؤال يتردد فى أذهان العلماء والمهندسين كلما اشتدت الحاجة الى البحث عن أنواع أخرى من الوقود •

وقد بذلت جهود كبيرة لاسـتغلال حرارة الشمس مباشرة ، وقد أمكن الاستعانة بعدد من المرايا والعدسات لتركيز أشعة الشمس فى مساحة ضيقة واستغلال حرارتها فى تبخير الماء وتوليـد الطاقة ، وقد أجريت تجارب لاسـتخدام هــذه الحرارة فى صهر بعض المعادن حيث رفعت درجة الحـرارة الى ٥٦٠٠٠ف ـ وتجـرى الآن بحوث متعددة فى عـدد من الدول لبناء آلات شـمسية ولكن تكاليفها حتى الآن مرتفعة اذا قورنت بغيرها من الطرق المألوفة فيما عدا جهاز الطهو الشمسى الذى يستخدم فى بعض المناطق التى تعذر فيها الوقود ، مثل بعض أجزاء الهند •

وتستخدم أشعة الشـمس بطرق أخرى ، ففى المنـاطق الحارة أو المعتدلة تستخدم أشـعة الشمس فى تزويد المنازل ببعض ماتحتاج اليـه من حرارة ، ولعلك لاحظت أن درجة الحرارة داخل السيارة الواقفة فى الشمس ترتفع حتى اذا كان الجـو باردا اذا كانت النوافذ مغلقة ، فالزجاج يسمح بدخول حرارة الاشعاع الآتية من الشمس، وهذه تتحول الى طاقة حرارية عندما تقع على فرش السيارة بالداخل ، ويسمى هــذا المبدأ « تأثير البيوت الزجاجية » لأن نفس الطريقة تستخدم فى البيوت الزجاجية فى الحدائق شتاء ، فالمساحات الكبيرة من الزجاج تسمح لأشعة الشمس بالدخول وتدفئة التربة ، وكل ماتحويه الغرف الزجاجية ، وطبيعى أن هذه الأجسام التى تسخن فى الداخل تبعث هى الأخرى تموجات حرارية ولكنها تختلف عن التموجات الأصلية ؛ فهى لا تنفذ من الزجاج ،

ولكنها تنعكس على الجدران والأسقف ، وعلى هذا فان الزجاج له خاصة السماح بنفاذ حوالى ٩٠٪ من طاقة الشمس الحرارية ، لكنه لا يسمح بمرور الحرارة الصادرة من الأجسام المعتمة الموجودة داخل الغرف الزجاجية ، وعلى هذا فان البيت الزجاجى عبارة عن مصيدة للحرارة •

وقد أمكن استغلال هذه الظاهرة فى « بيوت الشمس » قام بتصميمها المهندسون ، وفى هذه المنازل تصنع معظم الجدران من الزجاج • وتحتاج هذه المنازل الى تدفئة صناعية قليلة حتى فى المناطق الباردة مثل شيكاغو – هذا على فرض أن تكون الشمس مشرقة ، وقد انخفضت تكاليف التدفئة فى هذه المنازل لهذا السبب ، ولذلك نجد أن هذا النوع من المنازل ينتشر فى أمريكا ، وينتظر أن ينتشر بسرعة •

ويمكن استخدام اشعاع الشمس فى تسخين الماء ، وقد استخدمت سخانات الماء الشمسية فى فلوريدا ، وكاليفورنيا منذ عدة سنوات ، ويتكون أحد أنواعها من أنابيب مدهونة باللون الأسود فى صناديق زجاجية على أسطح المنازل ، بحيث تتجه نحو الجنوب حتى تتلقى أكبر قدر ممكن من حرارة الاشعاع ، وعندما تكون الشمس مشرقة يسخن الماء وينتقل الى أنابيب التدفئة أو الى الحمامات لتكون مصدرا للماء الساخن •

هذا وقد أعلنت شركة تليفونات « بل » نبأ اختراع آلة لتحويل حرارة الشمس الى طاقة كهربية مباشرة ، والفكرة ليست جديدة ، فان الخلية الكهروضوئية المستخدمة فى آلات التصوير وفى فتح الأبواب أتوماتيكيا تحول الضوء الى كهرباء ، ولكن فى هذه الخلايا لا تتحول الا من أشعة الشمس الى كهرباء ، ولذا فهى ليست عملية ، أما أجهزة بل الحديثة والتى تسمى البطاريات الشمسية فهى أقوى ٢٠ مرة ولكنها ليست اقتصادية فى انتاجها للكهربا حتى الآن على نطاق واسع ، وتستغل بطاريات الشمس حاليا فى تزويد أجهزة الأقمار الصناعية بالكهربا اللازمة لتشغيلها •

وهناك طريقة أخرى لاصطياد أشعة الشمس، وذلك باستخدام أشعة الشمس فى احداث تفاعل كيموى فى بعض المواد ، وبهذه الطريقة يحاول الانسان تقليد مايحدث فى عملية التمثيل الضوئى فى النبات الأخضر حيث يمتص النبات الطاقة الشمسية يقوم باستخدامها فى صناعة الغذاء ، والانسان يحاول أن يصل الى سر هذه العملية حتى يتمكن من اتمامها صناعيا والحصول على ماهو جديد للطاقة •

وفيما يلى أهم التعميمات التى يمكن استخلاصها من هذا الفصل :

– الجسم يحوى طاقة اذا كان قادرا على احداث عمل •

– الحرارة صورة من صور الطاقة – طاقة الجزيئات المتحركة •

– اذا ارتفعت حرارة الجسم تحركت جزيئاته بسرعة أكبر واذا انخفضت حرارته قلت سرعة حركة جزيئاته •

– التبريد هو عملية سحب الحرارة •

– تتمدد الأجسام عادة اذا سخنت وتنكمش اذا فقدت حرارتها •

– يشذ الماء عن المواد الأخرى ابتداء من درجة ٤°م حيث يتمدد بالتبريد حتى يتجمد – ولذا فان الجليد أخف من الماء •

– تقاس الحالة الحرارية للجسم بالدرجات ، أما كمية الحرارة فتقدر بالسعر •

– توجد المادة فى صور ثلاث : صلبة ، سائلة ، غازية •

- اكتساب الجسم للحرارة أو فقده لها يؤدى الى تحوله من صورة الى أخرى ٠
- تنتقل الحرارة بطريقة التوصيل أو الحمل أو الاشعاع ٠
- تختلف المواد فى درجة توصيلها للحرارة فبعضها موصل جيد والبعض موصل ردىء ويسمى « مادة عازلة » ٠
- الملابس تحفظ أجسامنا دافئة لأنها تمنع تسرب الحرارة من أجسامنا ٠
- الملابس والبطاطين وبعض المواد العازلة تؤدى وظيفتها فى عزل الحرارة ، لأنها تحتوى على هواء محبوس والهواء موصل ردىء للحرارة ٠
- المواد القاتمة اللون تمتص الحرارة أكثر من المواد الفاتحة ٠
- تستغل طرق انتقال الحرارة الثلاث فى وسائل التدفئة ٠
- تستخدم ظاهرة البرودة الناشئة من البخر فى صناعة الثلاجات ٠
- يحاول بعض العلماء والمهندسين استغلال حرارة الشمس ٠

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ ابحث عن أنواع مختلفة من الترمومترات المستخدمة فى البيئة ، قارن بين شكلها وتركيبها ، استعمالها وفائدتها ٠

٢ ـ اعمل قائمة بالطرق التى تلاحظها عن التحكم فى الحرارة فى المطبخ ٠

٣ ـ لاحظ أكثر مايمكن من مصادر الحرارة فى البيئة ـ اعمل قائمة بها ٠

٤ ـ اكتب بعض ملاحظاتك عن أثر الحرارة على تمدد وانكماش الأجسام (الصلبة أو السائلة أو الغازية) ٠

٥ ـ ابحث عن أمثلة لانتقال الحرارة بالتوصيل والحمل والاشعاع

٦ ـ ابحث عن أمثلة لعزل الحرارة (ضد التوصيل ـ ضد الحمل والاشعاع) فى المنزل والمدرسة ٠

٧ ـ افحص ثلاجة وفرنا لترى كيف تستغل أسس التوصيل والحمل والاشعاع ٠

٨ ـ ادرس فى بعض الكتب الطرق المختلفة لتدفئة المنازل ٠ قم بزيارة بعض المبانى التى تستعمل أجهزة تدفئة ٠

٩ ـ قم باجراء تجربة لتبين مميزات استخدام ملابس فاتحة صيفا وقاتمة شتاء ٠

١٠ ـ ابحث عن محاولات قام بها الانسان لاستخدام حرارة الشمس فى تسخين الماء وتدفئة المنازل ٠



الفصل الثامن عشر

تدريس وحدة « الحرارة وكيف نستخدمها »

تمتاز المادة المتعلقة بالحرارة وكيف نستخدمها
طبيقاتها المتعددة فى الحيـــاة العملية للتلاميذ ،
فيها عدد كبير من التجارب التى يمكن اجراؤها
جاح فى حجرة الدراسة ، وفى المنزل ، أو أى
كان آخر ، والنشاط الأساسى هنا بالاضافة الى
تجارب هـــو البحث فى المنزل والمدرسة لمعرفة
يف تطبق الحقائق التى يدرسونها فى الحيـــاة
عملية • وكيف تستغل فى توفير أسباب الراحة
ى حياتنا اليومية • وكما سبق أن أكدنا آنفا أن
تجارب ليست غاية فى حد ذاتها . فهى تستخدم
وسيلة لتوضيح فكرة ، وأن أهميتها تتوقف على
ى تطبيقها فى الحيـــاة • وسنورد هنا بعض
تجارب التى يمكن مع غيرها من أوجه النشاط
ى وردت فى هذا الفصل ، اجراؤها فى تدريس
ه الوحدة بالمدرسة الابتدائية :

- البحث عن مصادر مختلفة للحرارة وكيف نستفيد منها •

٢ - عمل لوحة تسجل فيها درجات الحـــرارة وما يطرأ عليها من تغير يوميا • ويستطيع بعض الأطفال الكبار قراءة الترمومتر •

٣ - ادراك العلاقة بين الدرجات التى يسجلها الترمومتر ومقدار سخونة أو برودة الجو •

٤ - ضع كميات من الماء فى أماكن مختلفة فى درجة حرارتها لبيان أن الحرارة تساعد على تبخر الماء •

٥ - البحث عـــن الاســـــتعمالات المختلفـــة للترمومترات والبحث عن أهميـــة كل من هذه الاستعمالات المختلفة •

٦ - اثبات أن الملابس المبللة تجف بسرعة أكبر فى الجو الدافىء •

٧ - مشاهدة مايحدث للندى الذى يغطى أوراق

الشجر فى الصباح عندما تشرق الشمس، والاحساس بدفء حرارة الشمس .

٨ ـ استخدام الحرارة فى اعداد الشطائر وغلى الماء ، وغير ذلك من الأغراض .

٩ ـ الاحساس بالحرارة قرب مصادرها : موقد ـ سخان ... الخ .

١٠ ـ استكشاف أهمية الثلاجات بحفظ عينة من اللبن داخلها وخارجها وتسجيل النتائج .

١١ ـ ضع قطعا من الثلج فى اناء به ماء لملاحظة أن الثلج أخف من الماء ـ وضع زجاجة مملوءة ماء محكمة الاغلاق فى ثلاجة لمعرفة مايحدث للماء والزجاجة (اذا تيسر وجود ثلاجة كهربية) .

١٢ ـ خلع الحذاء والاحساس بحرارته من الداخل ، ثم تحسس حذاء لم يلبس بعد لمعرفة أن أجسامنا هى التى تدفىء ملابسنا وليس العكس .

١٣ ـ تحسس أجساما مختلفة موضوعة بالشمس (الأرض ـ الرصيف ـ اناء ـ ماء) لادراك أن الشمس تدفىء الأجسام المختلفة .

البحث عن مصادر الحرارة

يقوم الأطفال بعمل قائمة بمصادر الحرارة تحوى أكبر عدد ممكن منها (الاحتكاك ـ الكهربا ـ النار) . وحصر بعض نواحى استغلال هذه المصادر أو أثر هذه المصادر على الأجسام المختلفة ، ثم يحاول الأطفال بعد ذلك تتبع هذه المصادر لتحديد كيفية ارتباطها وصلتها بالمصدر الأصلى وهو الشمس ، وقد يثير هذا النوع من النشاط أسئلة متعددة ، ولهذا السبب فهو يمكن أن يكون وسيلة لاثارة ميل التلاميذ واعدادهم لتقديم هذه الوحدة من الأجسام الصلبة عندما تسخن .

من المشكلات التى تنتظر الحل والتى يمكن اضافة مشكلات أخرى اليها بواسطة المدرس والتلاميذ كلما تقدموا فى الدراسة .

دراسة الترمومترات

ان الفكرة التى تقوم عليها الترمومترات فكرة بسيطة يسهل على الأطفال استيعابها ، ومن السهل توضيحها بالتجربة ، وكل ماتحتاج اليه هو دورق زجاجى يتحمل الحرارة ، وسدادة مثقوبة من المطاط ، وأنبوبة زجاجية مفتوحة الطرفين طولها ١٥ سم مناسبة لفتحة ثقب السدادة . املأ الدورق بماء ملون (مضاف اليه قطرات من الحبر الأحمر) لتسهل رؤيته ، تثبت الأنبوبة فى السدادة بحيث يبرز معظمها من أعلاها ، وينفذ جزء بسيط منها من أسفلها : ثبت السدادة على الدورق وراع أن يرتفع جزء من الماء الملون فى الأنبوبة . اربط خيطا رفيعا حول الأنبوبة عند سطح الماء فيها . ضع الدورق فى حوض به ماء ساخن ولاحظ مايحدث بسطح الماء فى الأنبوبة (ترتفع نتيجة تمدد ماء الدورق) . ضع خيطا آخر حول سطح الماء فى الأنبوبة ، والآن برد الدورق بوضعه فى حوض به ماء مثلج . لاحظ أن سطح الماء فى الأنبوبة ينخفض ؛ فالتبريد يجعل الماء ينكمش (يمكن استعمال زجاجة لبن الأطفال اذا لم يتيسر الحصول على دورق) .

دراسة تأثير التسخين

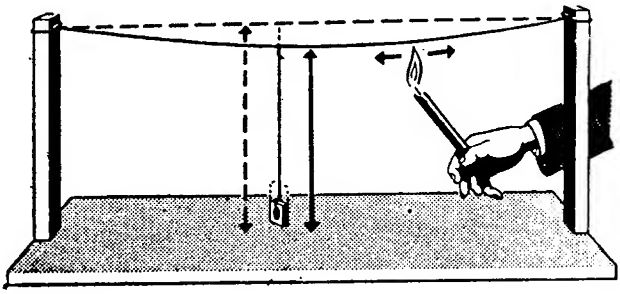
هناك طرق متعددة يرى عن طريقها الأطفال أنفسهم أن الأجسام الصلبة والسائلة والغازية تتمدد بالتسخين وتنكمش بالتبريد .

وفيما يلى بعض الأمثال :

معرفة ماالذى يحدث لسلك نحاس وغيره ودراستها ، وأن تكون هذه الأسئلة بداية قائمة

أحضر سلكا من النحاس طوله ٣ أقدام وشده بين عمودين على منضـدة • أربط ثقلا فى خيـط معلق من وسط السلك • قس المسافة بين الثقل والمنضـدة • سخن السلك مسـتعملا شـمعة بتحريكها بطول السـلك بين أحـد الطرفين الى الآخر • أعد قياس المسافة بين الثقل والمنضدة ، ومن مقارنة المسافتين تستطيع اثبات أن السلك قد تمدد لأن المسافة بعد التسخين أصبحت أقصر منها قبله • دلك السلك بقطعـة من الثلج وأعد قياس المسـافة بين الثقل والمنضدة تستنتج أن السلك قد انكمش •

أخرى يقرءون عنها فى الكتب المختلفة ، وسيبحثون فى الكتب لدراسة هـذه الظاهرة ، وكما ذكرنا آنفا أن التجارب مهمتها توضيح النظريات العلمية، ولكن التطبيقات العملية لتلك النظريات هى الجزء المهم • ويجب أن يحث التلاميـذ على البحث عن أجسام صلبة تتمدد بالتسخين وتنكمش بالتبريد فى الحيـاة العملية • ومن هـذه الأمثلة أسلاك التـليفون والتـلغراف والجسور « الكبارى » والأرصفة ••• الخ ، وفى بعض الحالات يمكن أن يلاحظ الأطفال الاحتياطات التى تتخذ لتلافى ماقد يترتب على هذا التمدد والانكماش من أضرار •



يمكن استخدام هـذا الجهاز لاثبات أن الأجسام الصلبة (السلك فى هذه الحالة) تتمدد بالحرارة • فعند التسخين باللهب يتمدد السلك ويرتخى كما هو موضح بالخط الكامل• وعنـد نزع اللهب ينكمش السلك ويعود الى وضعه الموضح بالخط المنقط •

ويمـكن بتجربة المسـمار والحلقة المبينة بالرسم الاسـتعاضة عن تجـربة الـكرة والحلقـة المعروفة لاثبات أثر التسخين والتبريد فى الأجسام الصلبة ، ويمـكن اعداد التجربة بعمل حلقـة مستعملا مسمارا ثم ثبت الحلقة فى طرف سـاق خشبية فى ساق خشبية أخرى بتثبيت مسـمار محوى قطره أكبر قليـلا من قطر الحلقة ، فاذا سخنت الحلقة تمددت وأمكن دخـول المسمار فيها بسـهولة ، واذا بردت انكمشت وتعـذر مرور المسمار فيها ، ويمكن للأطفال أن يفكروا فى عمل تجارب مختلفة لاثبات تأثير تغير الحرارة فى المعادن فى الفصول المختلفة •

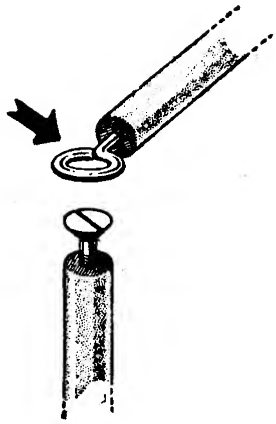
وبالرغم من أن هذه التجارب لا تبين أن كل الأجسـام الصـلبة تتمدد بالتسخين وتنكمش بالتبريد ، فان التلاميذ سيقومون باجراء تجارب

مشاهدة أثر التسخين على الماء :

اسـتخدم لذلك الجهـاز الذى أسـتعمل لتوضيح فكرة الترمومتر ، ثم حث التلاميـذ على البحث عن أمثلة لتطبيقات يشاهدونها فى حياتهم العملية •

مشاهدة أثر الحرارة على الهواء :

ثبت بالونة مطاط على فوهـة دورق زجاجى (أو زجاجة لبن الأطفال) . سخن القارورة بوضعها فى ماء ساخن أو اسحبها بلطف على لهب ضعيف تلاحظ أن البالونة بدأت تنتفخ ، وسيفكر الأطفال فى طرق أخرى مختلفـة لبيان أن الغازات تتمدد بالتسخين ، وقد سبق بحث هـذه الخاصية عنـد دراسة أسباب حدوث الرياح •



يمكن استخدام المسمار المحوى والحلقة
لاثبات أن الأجسام الصلبة تتمدد بالحرارة
وتنكمش بالبرودة ٠

مشاهدة تغير حالة المادة بتأثير التسخين والتبريد

قم باجراء التجارب التى سبقت الاشارة اليها فى بحث هذا الموضوع عند دراسة الجزيئات والذرات (انظر الفصل السادس عشر ب) ٠

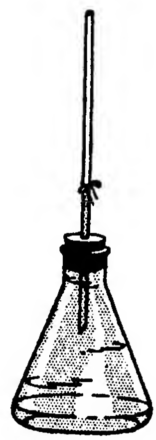
اثبات أن البخر ينشأ عنه برودة

هناك تجارب متعددة لتوضيح أن تبخر الماء يمكن أن يسبب برودة ٠ دع أحد التلاميذ يبلل احدى يديه ، ثم استعمل قطعة كرتون أو كراسة فى تهويتها ، فستجد أن التلميذ يشعر ببرودة فى الوقت الذى يتبخر فيا الماء ٠ ومن المهم أن يدرك الأطفال أن فقد الجسم للحرارة يجعل الانسان يشعر ببرودة ، والحرارة المفقودة تستخدم فى تبخر الماء (سيتذكر الأطفال ماسبق أن عرفوه قبلا من أن الحرارة تساعد على التبخر) ولأن الحرارة التى بخرت الماء أخذت من سطح جلد اليد فان التلميذ يشعر بالبرودة ٠

ومن الطرق السهلة لتعيين اتجاه الريح فى الخارج هى أن يبلل أحد الأطفال اصبعه ثم يرفعها الى أعلى فيشعر الطفل بالبرودة من الجهة التى تواجه الريح ، ويمكن للأطفال التفكير فى كثير من تطبيقات البرودة الناشئة عن البخر ٠

أثر الحرارة فى الأجسام الداكنة والأجسام الفاتحة

هناك عدة طرق لبيان أن الأجسام الدا
اللون تمتص حرارة أسرع من الأجسام الفاتحة ،



يمكن استخدام هذا الدورق المملوء بالماء
الملون لاثبات أن السوائل تتمدد بالحرارة ٠
ويحدد الخيط المربوط حول الأنبوبة مستوى
الماء قبل التسخين ٠

ويمـــكن اســـتعمال علبتين كاملين بالرسم لهما غطاءان محكمان ، احداهما طليت بطلاء أسود أو غطيت بطبقة من السـناج (بتعريضـها لشمعة) والثانية مدهونة باللون الأبيض (أو تترك لامعة كما هى) • أحدث ثقبا فى غطاء كل علبة ، وأدخل فى الثقب ترمومترا بكل علبة • ضع العلبتين فى الشمس ثم سجل قراءة الترمومترين • ويمـكن اثبات نفس التأثير بوضع قطعتين من قماش أبيض وأسود كل على قطعة من الثلج •

ان فاعلية دروس العـلوم وتجاربها تزداد اذا أمكن للأطفال أن يروا كيف يمكنهم استخدام مايدرسونه فى حصص العلوم فى تفسير الظواهر الطبيعية التى يشاهدونها فى حياتهم اليومية فى البيئة التى يعيشون فيها •

وعنـدما يقـوم الأطفـال باجـراء التجارب الموضحة هنا يمكنهم أن يشرحوا لزملائهم الفـكرة العلميـة التى تبرزها كل تجـربة وكيف تطبق الأسس التى تقوم عليها فى حياتهم اليومية ؛ فمثلا يمكنهم أن يدركوا السبب فى لبس الملابس القاتمة شتاء والفاتحة صيفا بعد اجـراء تجربة العلبـة السوداء والعلبة البيضاء السابقتين ، وكما ذكرنا آنفا فان اجراء التجربة يصبح ذا فائدة فقط اذا أمكن تطبيق النتائج فى الحياة ، وكما ذكرنا فى فصول أخرى فمن المهم الحذر التام فى الوصول الى الاستنتاجات من هذه التجارب • فمثلا اختبار تأثير الحـرارة فى بعض المواد لا يزودنا بالأدلة الكافيـة للوصول الى تعميمات شـاملة • ان الملاحظات يجب أن تدعم وتستكمل بتجارب أخرى وقراءة المراجع •

فحص أوانى الطهو بالضغط

يحسن أن يحضر المدرس معه آنية الضغط اذا أمكن ليفحصـها التلاميـذ ، وحبذا لو أمكن تجربتها فى مطعم المدرسة ، ويمكن تكليف أحـد التلاميذ الذى تستعمل والدته واحدة منها على أن يسأل والدته عن طريقـة اسـتعمالها وفائدتها ثم يتحدث الى التلاميذ فى الفصل عنها ، ويمـكن الرجـوع الى بعض الكتب والكتالوجات لدراسة الفـكرة التى تقـوم عليها الآنيـة • دع الأطفـال يبحثون عن السـبب فى أن تغطية آنيـة الطهو تساعد على نضج الطعام فى وقت أسرع •

فحص الثلاجة (الفريجيدير)

فكرة الثلاجة فى الواقع تكون معقدة صعبة الفهم بالنسبة لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، ولـكن الأطفـال الذين يبدون اهتماما كبيرا بدراسـتها يمكنهم أن يشجعوا على جمع المعـلومات عنها من المصـادر المختلفة ، وقد يكون بين الأطفال من له ميل ميكانيكى خاص يمـكن أن يشجع على بحث الموضوع وشرح مايحصل عليه من معلومات لزملائه فى الفصل ، ويمكنه أن يعد أشكالا توضيحية أو يحصل على بعضـها من محـلات بيع الثلاجات أو غيرها ، لكى يستعملها فى شرح الموضوع للتلاميذ ويمـكن لأحـد الأطفال اذا كان بمنزله ثلاجة أن يفحصـها ويعطى تقريره للفصـل عنها ، ويشجع الأطفال على الاجابة عن هذه الأسئلة :

لماذا يجب أن يكون باب الثلاجة محكما ؟
أين يوجد المحرك ؟

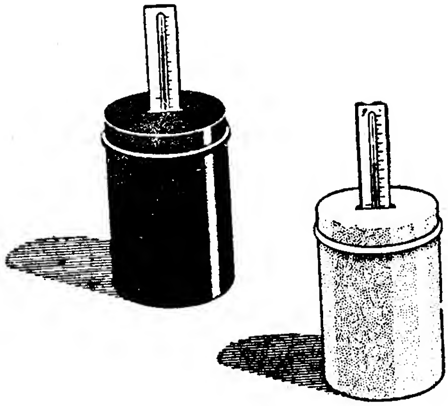
أين يوجد أكثر أجزاء الثلاجة برودة ؟

ماهى التحسينات التى أدخلت على الثلاجات حديثا ؟

لماذا كان باب الثلاجة سميكا ؟

إجراء تجارب لتوضيح انتقال الحرارة

من المهم أن يفهم الأطفـال كيفيـة انتقال الحرارة من مكان لآخر حتى يدركوا كل مايشاهدونه فى حيـاتهم اليوميـة من تطبيقات (التدفئة ،



العلبتان احداهما مغطاة بمادة سوداء من شمعة أو طلاء أســود والثانية مطلية باللون الأبيض يمــكن وضعهما فى ضوء الشــمس لتوضيح أثره على الأجســام القاتمــة اللون والداكنــة • ويوضح الترمومتران فى فتحات تصنع فى غطاء العلبتين •

الطهــو ، العزل ، التسخين) وليس من الضرورى أن يستظهروا تعاريف للتوصيل الحمل والاشعاع، وفى الواقع أنه يمكن الاستغناء عن استعمال هذه المصطلحات فى المرحلة الابتدائية ، ومن المهم أن يدركوا أن الحرارة تنتقل بطرق مختلفة ، وأننـــا نستفيد بذلك فى حيــاتنا العمليــة ، فالأهم من الحقائق هو تطبيقاتها فى الحياة • وهناك كثير من التجارب يستطيع الأطفال القيــام بها ، أوردنا بعضها هنا وبعضها الآخر فى مكان آخر من الكتاب أو فى كتب أخرى •

بيان حمل الهواء للحرارة

استعمل زجاجة مصباح « لمبة » وشمعة • أشعل الشمعة وثبت الزجاجة فوقها بحيث ترتكز قاعدتها على قطعتين من الخشب (أو قلمى رصاص) حتى ترتفع حافتها عن سطح المائدة • لاحظ الهواء الساخن الخارج من الفوهة العليــا ، قرب ورقة مدخنة من قاعدة الزجاجة يوضح لك الدخان اتجاه حركة الهواء • ان هــذا الهواء المتحرك هــو الذى يحمل الحرارة • وتعتمد عمليــة التدفئة بالهــواء الساخن على هذه الفكرة حيث يدفع الهواء البارد الهواء الساخن الى أعلى فيدخل الغرف ويدفئها •

حمل الماء للحرارة

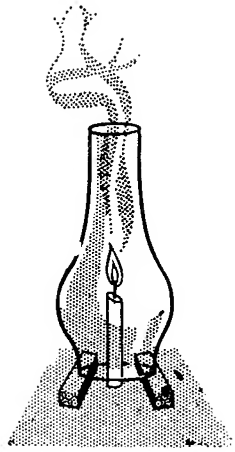
املأ قارورة زجاجية بالماء (أو زجاجة رضاعة الأطفــال) • أدخل فيها ترمومترا بحيث يظل مستــودعه قرب سطح الماء فى الزجاجة • سخن الزجاجة عند القاع تلاحظ أن سطح الزئبق فى الترمومتر بدأ يرتفع ، وهذا دليل على أن الماء يرتفع من القاع الى أعلى حاملا الحرارة معه • واذا أسقطت فى القارورة بعضا من نشارة الخشب الناعمة فانها توضح لك حركة التيارات المائية فيها ، وفى أجهزة التدفئة تنقل الحرارة الى الطبقات العليا من المنزل فى دائرة مغلقة من الأنابيب المتصلة بفرن التسخين وتعتمد حركة الماء على الاختلاف فى حرارة الماء •

انتقال الحرارة بالاشــعاع

يلاحظ أن النار والمدفأة والشمعة والمصباح تشع الحرارة • أشعل شــمعة وأمسك بقطعة من الشمع بجانبها تلاحظ أن الشــمع ينصهر عنــد الجانب المواجه للهب الشمعة • ويلاحظ أن الحرارة تكون مرتفعة فوق لهب الشــمعة بســبب تيارات الحمل • أما ارتفــاع الحرارة فى الجوانب فســببه انتقال الحرارة بالاشعاع • ويستطيع الأطفال أن يدركوا أمثلة متعددة لانتقال الحرارة بالاشعاع •

اثبات انتقال الحرارة فى الأجسام الصلبة

ضع ملعقة فى كأس بها ماء أو شاى ساخن. المس طرف الملعقة بين آن وآخر تلاحظ أنه يسخن تدريجيا ، فالحرارة قد انتقلت فى الملعقة بالتوصيل



عندما يسخن اللهب الهواء يخف فيدفعه الهواء البارد الأثقل منه والذى يدخل من أسفل فيخرج الهواء الساخن من المدخنة . وينتج عن التسخين غير المتساوى فى الهواء الخارجى تكون الريح . وفى داخل المنازل تسبب تيارات الحمل الناتجة من التسخين بواسطة المشعات أن يتحرك الهواء الساخن ويجعل الغرفة كلها دافئة .

وبنفس الطريقة تسخن أوانى الطهو فى المطبخ ، ويمكن للأطفال أن يقارنوا انتقال الحرارة فى ملعقة معدنية وأخرى من البلاستيك . دع الأطفال يفحصوا العربة التى يحمل فيها بائع الجيلاتى مثلجاته لمعرفة كيفية منع الحرارة من الوصول الى الداخل .

ويمكن للأطفال أن يكتشفوا الفرق بين الصوف والقطن فى حفظ حرارة الأجسام باجراء التجربة الآتية :

املأ ثلاث زجاجات بالماء الساخن وأحكم سدها . جفف الزجاجات من الخارج . غط احدى الزجاجات بقطعة من الصوف جيدا كما لو كنت تغطى رجليك . غط الزجاجة الثانية بقطعة من القماش القطنى . اترك الزجاجة الأخرى بدون تغطية . ضع الزجاجات الثلاث فى مكان بارد . افحص الزجاجات الثلاث بعد نصف ساعة .

مثل هذه التجارب البسيطة تساعد التلاميذ على فهم أشياء يفعلونها كل يوم دون ادراك سببها . ويلاحظ أن الزجاجة الثالثة استعملت للمقارنة وضبط النتائج . فكما عرفنا يجب أن نربى الأطفال على تكوين اتجاهات علمية فى تفكيرهم وفى تصميم تجاربهم مجال لتنمية هذه الاتجاهات .

وبعد أن تجرى هذه التجارب يجب أن يحث التلاميذ على أن يبحثوا عن أماكن فى بيئاتهم يحدث فيها انتقال للحرارة من مكان لآخر ، فى المنزل أو المدرسة أو المبانى العامة أو غيرها . ويلاحظ أن المطابخ والمبانى والأفران وغيرها جميعا تعتمد على انتقال الحرارة . ان البحث فى هذه الموضوعات سيقود الى كثير من الأسئلة المتصلة بنواح أخرى من مشكلة التحكم فى الحرارة وعزلها والطهو والتدفئة وغيرها .

دراسة استعمال المواد العازلة

من السهل تحديد عدد من المواد العازلة المستعملة فى المنزل والمدرسة والمطعم . ويمكن للأطفال أن يعرفوا كيفية حفظ الطعام ساخنا . ويمكنهم مشاهدة أيدى آنية الطهو المصنوعة من الخشب ، وأن يشاهدوا كيف يمكن امساك اناء ساخن باستعمال قطع من القماش . يمكنهم فحص الثلاجات وكيف يستخدم فيها المواد العازلة وفى غيرها من أدوات المطبخ .

وقد يوجد بالقرب من المدرسة أحد المبانى العـــامة المحتوية على أجهزة تدفئة (مستشفى · فندق ··· الخ) · فيمكن زيارتها وزيارة بعض محلات بيع المواد العازلة ·

مصادر لبحثها

١ ــ زيارة مبنى عام به نظام التدفئة أو التكييف.

٢ ــ المطابخ لمعرفة كيفية التحكم فى الحرارة ·

٣ ــ مخبز لمشاهدة مصـــادر الحرارة والأدوات المستعملة ·

٤ ــ أحـد مطابخ التدبير المنزلى فى المدرســة أو مدرســـة قريبـة لمشـاهدة أدوات الطهو المستعملة والأفران والثلاجات وطرق حفظ الأطعمة ·



الفصل التاسع عشر - أ

الطاقة الذرية وفوائدها

استعرضنا فى أوائل هذا الكتاب الفضاء الكونى الواسع وما به من كواكب ونجوم ومجرات، محاولين كشف بعض أسراره . وفى (فصل ١٦ أ) الذى يمكن اعتباره مقدمة لهذا الفصل ، عرفنا أن المواد التى يتكون منها الكون تتركب من دقائق صغيرة هى الجزيئات ، وأن الجزىء يتركب من ذرات . فلنحاول الآن أن نوسع معلوماتنا عن الذرة وتركيبها الداخلى ومابه من دقائق ، فالذرة مع صغرها تعتبر أقوى مصدر للطاقة فى الطبيعة.

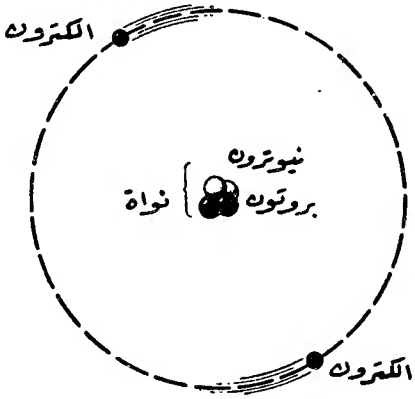
كان أول استخدام لكلمة ذرة بواسطة اليونانيين حوالى سنة ٤٠٠ ق.م لتعريف أصغر دقائق المادة . وكانت الكلمة اليونانية atom المرادفة لكلمة ذرة تعنى « الشىء الذى لا ينقسم » ولكن بحوث الخمسين السنة الأخيرة علمتنا أن الذرة قابلة للانقسام وأنها تتركب من دقائق أصغر وأساسية فى تركيبها .

ذرة الإيدروجين

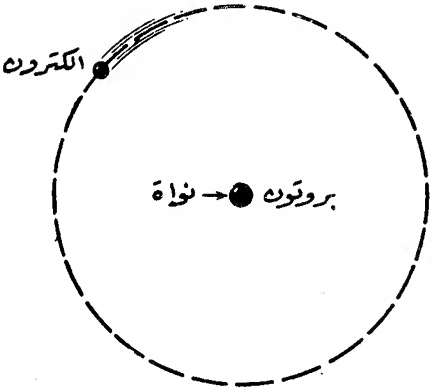
لكى نعرف أكثر عن هذه الدقائق دعنا نعامل الذرة عن قرب . لقد كان العالم سير أرنست رذرفورد مؤسس علم الطبيعة الذرية أول من وضع لنا نموذجا للتركيب الداخلى للذرة فعرف الذرة الواحدة بأنها عبارة عن مجموعة شمسية مصغرة توجد فى مركزها النواة وهى التى تقابل الشمس ، وتدور حول النواة دقائق أخرى تسمى الالكترونات ، وهى تقابل الكواكب .

فلندرس الآن تركيب ذرة معينة ؛ ولتكن ذرة الأيدروجين . ان هذه الذرة أخف الذرات وزنا — فان نواتها تتركب من دقيقة واحدة تعرف بالبروتون . ويدور حول البروتون الكترون واحد (انظر الشكل) .

والالكترونات هى أخف الدقائق التى تتركب منها الذرة وزنا ، وهى تحمل شحنة كهربية سالبة . والالكترونات تدور بسرعة هائلة حول النواة وعلى بعد كبير نسبيا ، وتؤثر جاذبية النواة على الالكترون فتحفظه فى مداره باستمرار ، تماما



ذرة الهليوم لها الكترونان يدوران حول نواة من بروتونين ونيوترونين .



تحتوى ذرة الايدروجين على الكترون واحد يدور حول نواة مكونة من بروتون واحد .

كمـا تجذب الشـمس كواكبها التى تدور حولها وتمنعها من الانطلاق فى الفضاء . وترجع الجاذبية التى بين النواة والالكترون فى الذرة الى اختلاف شـحنتيهما مـع تسـاوى كل منهما للأخرى ، فالبروتون يحوى شحنة موجبـة مساوية لشحنة الالكترون السـالبة . وبالرغم من أن شـحنتى الالكترون والبروتون متساويتان ، الا أن الاختلاف فى الوزن بينهمـا هائل ، فالبـروتون أثقل فى الوزن من الالكترون بحوالى ٢٠٠٠ مرة .

فذرة الأيدروجين اذن تتركب من الـكترون واحد وبروتون واحد . فلندرس الآن ذرات أخرى أثقل من الأيدروجين . يلى الأيدروجين فى الثقل عنصر آخر هو الهليوم . فما تركيب ذرة الهليوم ؟ يوجد حول النواه الكترونان . وكما عرفنا فهما يتأثران بجاذبية النواة حيث يوجـد اثنان من البروتونات يمنعان هذين الالكترونين من الانطلاق خارج نطاق الذرة . ولـكن الهليـوم (وجميـع الذرات الأخرى ماعـدا الأيدروجين) يحوى فى نواته نوعا ثالثا من الدقائق الأساسية فى تركيبها هو « النيوترون » . والنيوترون يشبه البروتون تقريبـا فى الوزن ولكنـه خال من الشـحنات الكهربية . نواة ذرة الهليوم تحتوى على اثنين من النيوترونات واثنين من البروتونات .

يبـدو الآن أن البـروتون والنيـوترون والالكترون هى المكونات الرئيسية للذرة (اكتشف العلماء دقائق أخرى ولكننا سنكتفى بهذه حاليا). واذا فحصنا الذرات الأكبر وزنا وجدناها تحتوى على اعـداد أكبـر من البروتونات والنيوترونات والالـكترونات ، وفى كل حـالة يكون عـدد الالكترونات متساويا مع عدد البروتونات دائما ، وعلى هـذا فذرة الكربون التى تحتـوى عـلى ٦ بروتونات ، تحتوى أيضا على ٦ الكترونات . وذرة الأوكسجين على ٨ بروتونات و ٨ الكترونات، وذرة الراديوم على ٨٨ بروتونا و ٨٨ الكترونا .

هل تذكر ماعانيناه من صعوبة فى محـاولة تخيل الاتساع الهائل فى تركيب الكون ؟ بنفس الصعوبة ستواجهنا هنـا أيضا مشـكلة تصور الأبعاد الدقيقة بالذرة . ارسم خطا طوله بوصة واحدة على ورقة ، فاذا تخيلت أنك بدأت وضـع ذرات الأيدروجين فى صف واحد فانك تستطيع أن تضع ٢٥٠ مليون ذرة من ذرات الأيدروجين على هـذا الخط . ومع هـذا فان الالكترون يشغل

١/١٠٠ر٠٠٠ من حجم الذرة الواحد من هـذه الذرات والبروتونات والنيوترونات لا تزيد عـلى

١/١٨٠٠ من حجم الالكترونات .

لقد شبهنا الذرة بالمجموعة الشـمسية ،

وكما أن معظم المجموعة الشمسية عبارة عن فراغ فان نسبة الفراغ فى الذرة كبير جدا ، بل هو يعادل نسبيا آلاف المرات أضعاف الفراغ الكونى. فلنتصور أننا نرغب فى عمل نموذج لذرة الأوكسجين وجعلنا نواتها عبارة عن دائرة قطرها ١٥٠٠ قدم (طول ملعب كرة القدم) ووضعناها فى قلب القارة الأمريكية فان الالكترون الذى يدور فى المدار الخارجى للالكترونات يمر بنيويورك وسان فرانسيسكو •

والواقع أن المادة مليئة بالفراغ • ولقد تخيل بعضهم أنه لو كانت هناك طريقة نستطيع بها أن نعصر الذرات الموجودة فى الكرة الأرضية بحيث نخرج الفراغ الذى بين هذه الذرات ونجعل النواة فى الذرات المختلفة للمواد التى تحتوى عليها الكرة الأرضية تتلامس مع بعضها ، فان هذا الكوكب يصبح عبارة عن كرة صغيرة قطرها ٤٠٠ قدم (حوالى ١٢٠ مترا) •

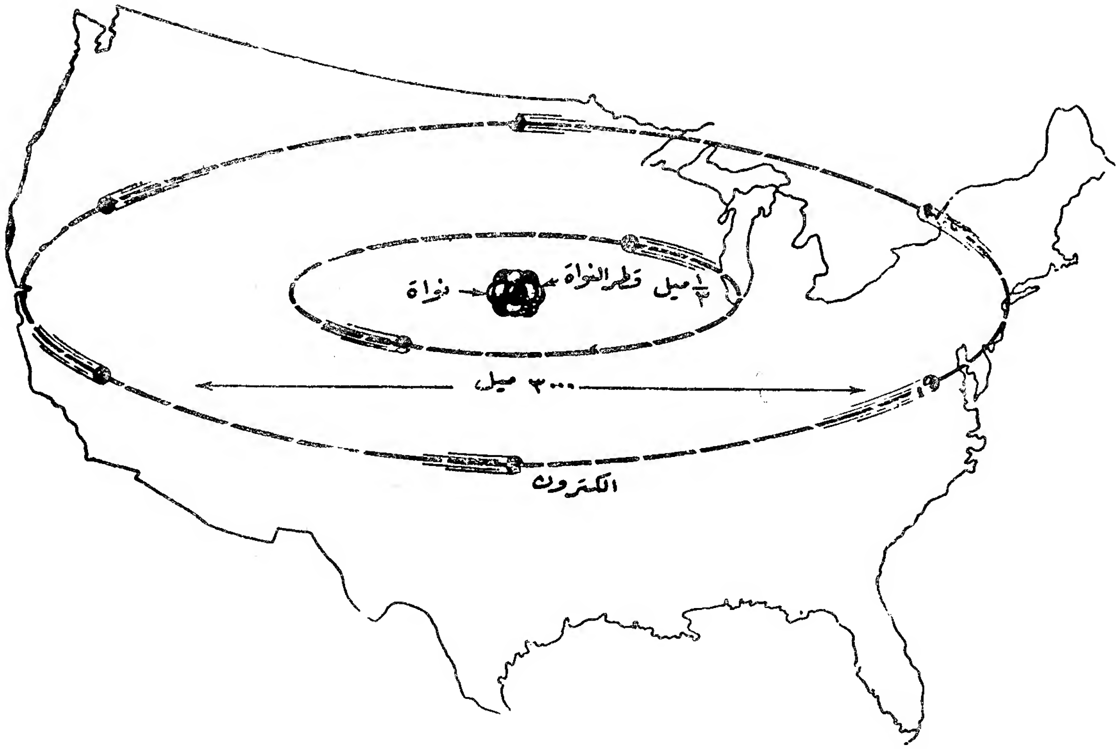
تركيب الذرات الأخرى فى جدول العناصر

هناك سلم عجيب فى الطبيعة ، هو سلم الذرات • أول سلمة عبارة عن ذرة تحوى الكترونا واحدا وبروتونا واحدا . تلك هى ذرة الأيدروجين. واذا صعدنا سلمة أخرى وجدنا ذرة لها الكترونان وبروتونان ، وهذه هى ذرة الهليوم • ويأتى بعد هذا ذرة الليثيوم التى تتركب من ٣ بروتونات و ٣ الكترونات ، واذا استمرت اضافة بروتون واحد والكترون واحد كل مرة فانك تستمر فى صعودك مارا بذرة بعد الأخرى بدون توقف حتى تصل الى أعلى درجات السلم حيث تجد ذرة بها ٩٢ بروتونا ، ٩٢ الكترونا وهى ذرة اليورانيوم أثقل الذرات التى توجد فى الطبيعة • وتزداد أيضا عدد الدقائق المتعادلة ـ النيوترونات ـ فى الذرة ، ولكن ليس بهذا الترتيب العددى البسيط.

وفيما يلى بعض ذرات العناصر المعروفة :

الاسم	الرمز	عدد الالكترونات (والبروتونات)
ايدروجين	يد	١
هليوم	هـ	٢
ليثيوم	لث	٣
كربون	ك	٦
نتروجين	ن	٧
أكسجين	أ	٨
نيون	نى	١٠
ألومنيوم	لو	١٣
فسفور	فو	١٥
كبريت	كب	١٦
كلور	كل	١٧
كالسيوم	كا	٢٠
حديد	ح	٢٦
نيكل	نك	٢٨
نحاس	نح	٢٩
خارصين	خ	٣٠
زرنيخ	ز	٣٣
فضة	ف	٤٧
قصدير	ق	٥٠
يود	ى	٥٣
تنجستن	تن	٧٤
بلاتين	بلا	٧٨
ذهب	ذ	٧٩
زئبق	ز	٨٠
رصاص	ر	٨٢
رادون	د	٨٦
راديوم	ر	٨٨
يورانيوم	يو	٩٢

وهكذا يتبين لنا أن الفرق الرئيسى بين عنصر كالرصاص وآخر كالذهب يكمن فى عدد الالكترونات والبروتونات والنيوترونات التى تتركب منها ذرات هذه العناصر ، أما نوع الدقائق التى تتركب منها ذرات هذه العناصر فانها لا تختلف عن بعضها ، وعلى هذا يصبح الحلم الذى ظل يراود عالم الكيمياء القديمة فى القرون الوسطى وهو تحويل عنصر الى آخر (الرصاص الى ذهب مثلا) لم يكن شيئا غير قابل للتحقيق مادامت ذرات العناصر المختلفة تتركب من مواد



الفراغ داخل الذرة كبير جدا اذا ماقورن بحجم الجسيمات فيها ٠ ويوضح هذا الشكل مكان الالكترونات الثمانية لذرة الأكسجين عندما تكون النواة مكبرة بحيث يكون قطرها ½ ميل ٠

أساسية واحدة . وكما ستعرف فيما بعد فان بعض العناصر تتحول فى الطبيعة الى عناصر أخرى، كما أنه أمكن اجراء هذا التحويل فى ذرات العناصر صناعيا ٠

الطاقة الذرية

لقد أخذنا الآن فكرة سريعة عن التركيب الداخلي للذرة ، فلنحاول بعد ذلك أن نعرف شيئا عن الطاقة الكامنة فيها ٠ فى سنة ١٨٩٨ توصل العالم الفرنسي هنرى بيكريل الى اكتشاف عجيب فى الوقت الذى كانت الذرة مغلقة على مابها من أسرار . وكان يظن أن الذرات عبارة عن دقائق مصمتة لا يمكن تقسيمها ٠ وكان هذا العالم يجرى فى تلك السنة تجاربه على عنصر اليورانيوم (المستخرج من خام البتشلند) ولدهشته وجد أن هذا العنصر قد أثر فى ورق التصوير الحساس الموضوع بالقرب منه فى مكان مظلم تماما ٠ وقد حدث هذا حتى مع ورق التصوير المحاط بورق أسود تماما . ولكى يمكنك تصور مقدار دهشة العالم بيكريل تخيل نفسك فتحت آلة التصوير خطأ فى غرفة حالكة الظلام بدون أى ضوء فيها ثم بعد اظهار الفيلم وجدت لديك صورة لعقد من اللآلىء ملفوف فى قطعة من الحرير كان ملقى على المنضدة ٠

فسر بيكريل الظاهرة بأن اليورانيوم يخرج منه اشعاع يستطيع أن ينفذ فى الورق الأسود ويؤثر فى اللوح الحساس بدون أى مؤثر خارجى عليه . ولم يكن هذا الذى حدث لليورانيوم تغيرا كيمويا عاديا يصل الى نهايته بعد قليل اذ أن اليورانيوم استمر فى اشعاعه بدون توقف ٠ ولكن اذا لم يكن هذا تغيرا كيمويا فما هو مصدر

هذه الطاقة ؟

وهنا أثار هذا الكشف اهتمام بيير كورى وزوجته مارى كورى ، وأخذا فى تحضير بعض مركبات اليورانيوم ، وفى أثناء ذلك اكتشفا ذرة من نوع جديد ، وهى ذرة الراديوم وهو عنصر أنشط بكثير من عنصر اليورانيوم • ولقد وجدا أن الراديوم النقى يظل دائما فى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة المواد المحيطة به ولا ينقطع اشعاعه ولا يخبو • ووجدا أن الراديوم يشع من الطاقة فى بضعة أيام مايفوق الاشعاع الذى يحدث من انفجار وزن مساو من المادة شديدة الانفجار ت٠ن٠ت ولكن انفجار ال ت٠ن٠ت عبارة عن تغير كيموى فيه تنطلق الطاقة الكيموية فى الحال مرة واحدة بشكل ضوء وحرارة ، فى حين أن الراديوم دائم الاشعاع يوما بعد يوم وشهرا بعد شهر وعاما بعد عام • ويمكن أن يفقد الراديوم نصف طاقته بعد ١٥٩٠ سنة •

وقد بذل العلماء جهودا جبارة فى تتبع دراسة هذا المصدر الهائل من مصادر الطاقة • وأمكن بالأجهزة والأساليب العلمية التى اتبعوها الكشف عن ثلاثة أنواع من هذه الاشعاعات : دقائق الفا ودقائق بيتا وأشعة جاما • ويجب ملاحظة أن العلماء فى أول هذا القرن لم تكن لديهم أى فكرة عن الالكترونات والبروتونات والنيوترونات وهى المكونات الأساسية للذرة المعروفة الآن •

وتعتبر دقائق ألفا التى تنطلق من ذرات الراديوم بسرعة ٢٠ر٠٠٠ ميل فى الثانية عبارة عن دقائق مادية ذات شحنة موجبة ، وقد عرفت فيما بعد على أنها دقائق مكونة من عدد ٢ بروتون وعدد ٢ نيوترون ، وهذا كما نذكر هو نفس محتويات ذرة الهليوم التى وصفناها آنفا •

أما دقائق بيتا المنبعثة من ذرات اليورانيوم والتى تنطلق بسرعة ١٦٠ر٠٠٠ ميل فى الثانية فهى مشحونة بشحنة سالبة ، وهذه هى الالكترونات •

أما أشعة جاما التى لها قوة على احتراق المواد أكثر من ألفا وبيتا فهى تشبه أشعة اكس •

وتخرج من ذرات الراديوم اذن دقائق وطاقة، وبهذا بدأ العلماء يفهمون تركيب الذرة ومكوناتها من بروتونات والكترونات وما تحوى من طاقة هائلة مخزونة فيها •

بعض العناصر تنقسم ذاتيا : ماهو مصدر أشعة اليورانيوم النافذة التى اكتشفها بيكريل ؟ وماهو مصدر اشعاعات الراديوم بما فيها من الدقائق الفائقة السرعة التى تنبعث منه ؟ لقد وجد العلماء أن بعض ذرات هذه المواد تنقسم بدون أى تدخل من الانسان ، لتكون ذرات من نوع آخر وأثناء ذلك تنطلق الاشعاعات • وما الراديوم واليورانيوم الا نموذجان لمجموعة من الذرات التى تتميز بالنشاط الاشعاعى الطبيعى • انك تستطيع أن تشاهد بعض مظاهر الذرات المنقسمة اذا تأملت فى مينا ساعة مضيئة بعدسة مكبرة فى الظلام ، فعندما تتعود عيناك على الظلام سترى ومضات من الضوء كل منها تمثل انقسام ذرة مشعة • وفى (فصل ٧ آ) رأينا كيف أن الانقسام الطبيعى لذرات اليورانيوم المتحولة الى رصاص قد مكن الانسان من تقدير أعمار الصخور وبالتالى عمر الأرض •

المدفعية الذرية : ان العناصر المشعة لم تساعد الانسان على معرفة تركيب الذرة والطاقة الذرية فقط ولكنها ساعدت الانسان على الوصول الى طريقة لانقسام الذرات الأخرى • وكانت احدى القذائف المستعملة لهذا الغرض هى دقائق الفا الفائقة السرعة والتى تستطيع اختراق استحكامات نواة الذرة المنيعة • وباستخدام دقائق ألفا استطاع رذرفورد أن ينشىء فى سنة ١٩١٩ أول معمل فى الوجود لتحويل العناصر الى عناصر أخرى •

وقد استخدم رذرفورد هذه الدقائق

كقذائف وجهها نحو هدفها وهو ذرات النتروجين. واستطاع بهذا أن ينتج ذرات أيدروجين وأوكسجين ، وفى نفس الوقت تولدت كمية كبيرة من الطاقة .

وما ان عرف العلماء بهذه الاستكشافات حتى أصابهم مس من الأفكار الحديثة :

- لم تعد الذرات هى الوحدات الأساسية فى الكون .
- الذرات تتركب من دقائق أخرى أساسية.
- الذرات قابلة للانقسام .
- يمكن تحويل ذرة أحد العناصر الى ذرة عنصر آخر .
- تضم الذرات قدرا هائلا من الطاقة الكامنة داخلها . ويمكن اعتبارها أقوى من أى طاقة سبق أن عرفها الانسان .

ط = ك × ع٢

هذه المعادلة الجبرية يمكن اعتبارها أهم معادلة فى تاريخ البشرية . ولكى نفهم عنها شيئا لابد أن نعود الى الوراء حتى سنة ١٩٠٠ الى النظريات التى كانت معروفة عندئذ عن عدم فناء المادة والطاقة . لنتحدث عن المادة أولا . لقد عرفت فى (فصل ١٠ أ) أن المادة يمكن تحويلها من صورة الى أخرى عن طريق التغيرات الطبيعية أو الكيموية ولكنها لا تفنى ولا تنعدم . وكان هذا القانون يعرف بقانون بقاء المادة . وقد عرفنا فى (فصل ١٨ أ) أن الطاقة لا تنعدم أيضا لكنها تتحول فقط من صورة الى أخرى ، فهى تظهر بشكل حرارة أو حركة أو ضوء ... الخ ، وينص قانون دوام الطاقة على أن الطاقة لا يمكن أن تفنى أو تنعدم ، ولكنها تتحول فقط من صورة الى أخرى .

حتى سنة ١٩٠٥ ظل هذان القانونان هما السائدين . وأتى بعد ذلك العالم اينشتين وربطهما بعضهما ببعض ، فتبعا لنظريته يمكن تحويل المادة الى طاقة والطاقة الى مادة ، فالمادة يمكن أن تنعدم ولكنها تظهر بصورة أخرى ، أى بصورة طاقة . والطاقة يمكن أن تفنى ولكن لتظهر بشكل مادة جديدة ، وعبر اينشتين عن هذا التغير المتعادل بمعادلته المشهورة :

ط = ك × ع٢

حيث ط هى الطاقة ، ك هى كتلة المادة ، ع هى سرعة الضوء (حوالى ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية) .

ومعنى هذا أن الطاقة تعادل وزن المادة مضروبا فى مربع سرعة الضوء . لاحظ أن الطاقة حسب المعادلة توجد فى أحد أطرافها والمادة فى الطرف الآخر ، وبحساب هذه المعادلة نجد أن أقل قدر بسيط من المادة يولد كميات هائلة من الطاقة لأن سرعة الضوء كبيرة جدا ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية ، وعلى هذا فاننا نحصل على قدر من الطاقة يكفى لتزويد الجمهورية العربية المتحدة بالكهربا لعدة أعوام اذا أمكننا مثلا تحويل المادة الموجودة فى بضعة كيلوجرامات من الرمل الى طاقة .

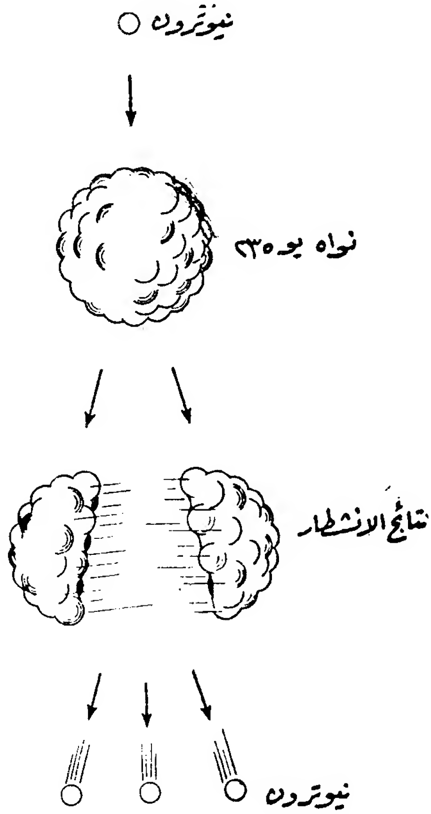
وكان هذا الكشف الذى توصل اليه اينشتين كشفا نظريا على الورق حتى بدأ الانسان فى غزو الذرة . وجاء الدليل من مقارنة أوزان المادة التى استخدمت فى التفاعل الذرى والطاقة الناتجة منه .

وفى مقال نشر فى احدى مجلات العلوم المبسطة تساءل اينتشين : كيف ظلت أسرار الطاقة الكامنة فى الذرة خافية عن الانسان كل هذا الوقت وشبه الذرة برجل فاحش الغنى بخيلا لم يعط فى حياته مليما واحدا ، ولهذا لم يتمكن مخلوق من أن يعرف كم تبلغ ثروته . ولكن عندما افاه القدر وفتحت وصيته وجد أنه قد أوصى لولديه بثروته على شرط أن يقوما باعطاء جانب بسيط من نصيبهما الى المجتمع . وبذلك فان

مايحصل عليـــه الولدان يكون أقل مما كان لدى الأب • ويكون نصيب المجتمع رغم ضآلته نسبيا (فى الوزن) الا أن أثره كبـير جدا (فى صورة طاقة) وكل هـــذا يحدث طبعا بعد وفاة الوالد (أى بعد انقسام الذرة) •

قذائف النيوترون والتفاعلات المسلسلة

وهكذا عرف الانسان أن كمية ضئيلة جدا من المادة يمكن تحويلها الى قدر هائل من الطاقة • وهكذا يفتح للانسان عالم جديد ••• اذا أمكنه أن يتحكم فى الطاقة الكامنة فى ملايين الذرات التى تحت يده ، اذا تمكن من العثور على نوع من القذائف



عنـــدما تنقسم نواة ذرة يورانيوم ٢٣٥ بفعل النيترون تنطلق كميـــة هائلة من الطاقة وقذائف من النيترونات لتقسم المزيد من نوى ذرات يورانيوم ٢٣٥ •

وبكميات كافية لتحطيم بلايين الذرات يجبرها على تحرير بعض ماتحوى من طاقة كامنـــة • وكانت القذائف المستعملة قبل ســـنة ١٩٣٩ عاجزة عن تحقيق هذا الهدف • وكنا كما قال اينشتين مثل الرجل الأعمى الذى يريد صيد الطيور ولكنـــه يطلق رصاصاته فى مكان نادرا ماتوجد به الطيور وجاء الحل فى اســـتعمال نيوترونات الذرة فكما عرفت من دراســـة تركيب الذرة أن النيوترونات عبـــارة عن دقائق من نفس وزن البروتونات • ولكنها متعادلة كهربيـــا • وقد جعلهـــا تعادلها الكهربى هـــذا أقوى قذيفة فى المدفعية الذرية وأقوى أثرا بكثير من استعمال دقائق ألفا ذات السرعة العالية • فان دقائق ألفا الموجبة الشحنة لا تلبث أن ترتد عن نواة الذرة وتتنافر منها لأن شحنتيهما من نوع واحد (دقائق ألفا موجبـــة الشحنة والنواة تحتوى على بروتونات موجبـــة الشحنة أيضا) • ولهذا فان عدد الاصابات التى تحدث بدقائق ألفا يكون قليلا جدا اذا قورن بعدد اصابات قذائف النيوترون • وقد وجدنا هـــذه الدقائق المتعادلة المفتـــاح الذى يفتح لنـــا أبواب الطاقة الذرية على مصراعيها •

وباســـتخدام النيوترون فى تهشيم ذرات أثقل العناصر الموجودة فى الطبيعة وهو اليورانيوم وجـــد العالمان هان وستراسمان فى سنة ١٩٣٩ أن ذرات اليورانيوم عندما تنقسم تعطى ذرات أخرى أخف وزنا وأبسط تركيبا مثل ذرات الباريوم • وكان هـــذا الانقسام هـــو أول انقسام يحدثه الانســـان صناعيا ، فقد أمكن انقســـام ذرات اليورانيوم الى ذرتين أخف وزنا • ولم تكن هذه هى القنبلة الذرية • ولم يكن هناك أى انفجار ، ولكن الطاقة التى تولدت فى أثنـــاء ذلك كانت تفوق أى طاقة سبق أن ولدها الانسان فى معمل من المعامل •

وقبل أن نتعمق فى قصة انشطار الذرة يجب أن نشير الى احدى خصائص الذرة التى لم نشر اليها من قبل . لقد وجدنا اليورانيوم فى الطبيعة

على عدة صور . يســـمى كل نوع منها بالنظير وأكثر هذه النظائر شيوعا هو يورانيوم ٢٣٨ . والرقم ٢٣٨ عبارة عن مجموع دقائق النيوترونات والبروتونات فى ذرة اليورانيوم وهـــو مانسميه بالوزن الذرى .

وعلى هذا ففى يورانيوم ٢٣٨
بروتونات ٩٢
+ نيوترونات ١٤٦

الوزن الذرى = ٢٣٨

وفى ذرة اليورانيوم ٢٣٥ ، وهـــو أحـــد النظائر الأخرى لليورانيوم ، يوجد ٩٢ بروتونا ، و ١٤٣ نيوترونا فقط ، ووزنها الذرى ٢٣٥ . ولما كانت الخصائص الكيموية للذرة تتوقف على عدد مابها من بروتونات والكترونات فانه يترتب على ذلك أن ذرة يورانيـــوم ٢٣٨ لا تختلف عـــن ذرة يورانيوم ٢٣٥ فى الخواص (لأن عدد البروتونات واحد فيهما). وتعرف هذه الذرات التوائم بالنظائر (أو الايســـوتوب) . والاختـــلاف فى الوزن مع هـــذا له أهمية قصوى بالنســـبة لما يجرى داخل الذرة من أحداث . وقد وجـــد أن لمعظم العناصر الاثنين والتسعين المعروفة نظائر من هذا النوع .

وقد حار العلمـــاء فى أى نوع من أنواع اليورانيوم هـــو الذى ينشطر ولكنهم وجدوا أن تحت الظروف العادية التى يقومون فيها بتجاربهم تنقسم ذرات يورانيوم ٢٣٥ فقط ، ولكن هـــذا النوع من نظائر اليورانيوم نادر جدا فى الطبيعة حيث يقـــابل كل ١٤٠ ذرة يورانيـــوم ٢٣٨ فى الطبيعة نجد ذرة واحدة من يورانيوم ٢٣٥ .

وقد وصل الانسان الى حقيقة أخرى مهمة وهى أن عند استعمال قذائف النيوترون مع ذرات يورانيوم ٢٣٥ لشطرها فقـــد انطلق من هـــذه الذرات نيوترونات أخرى فى أثناء انقسامها . وقد قدر بعض الباحثين عدد النيوترونات التى تنطلق من كل ذرة منشـــطرة باثنين أو ثلاثة . وبهـــذا توصل الانســـان الى نظرية هامة ؛ وهى أنه اذا تســـبب نيوترون فى انشـــطار ذرة يورانيوم محـــررا محتـــوياتها الهائلة من الطاقة وفى نفس الوقت محررا عددا آخر من النيوترونات فان هذه النيوترونات الجديدة المنطلقة تصيب ذرات أخرى من ذرات اليورانيوم ٢٣٥ وتكرر عملية الانشطار وهكذا . وقد بدا للعلماء أن هذا التفاعل المسلسل قد يكون فيه تحقيق أحلامهم الرهيبة .

الآلات الذرية والقنبلة الذرية

لقد أمكن تحقيق هـــذا الحلم الرهيب فى الفترة بين عامى ١٩٤٠ ، ١٩٤٥ وهى الفترة التى انقضت بين اكتشاف التفاعلات المسلسلة وبين أول تفجير للقنبلة الذرية بنجـــاح . ففى المـــدة من ١٩٤٠ ـ ١٩٤٢ أمكن صـــناعة آلة ذرية تعتبر الأساس الذى اشتقت منه الآلات الذرية الحديثة . ومنـــذ ١٩٤٢ واجه العلماء مع الجيش الأمريكى مشكلة انتاج القنبلة الذرية .

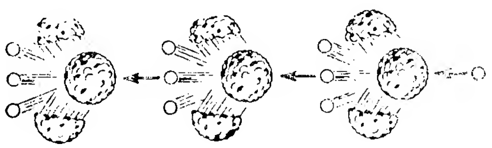
وكان بناء الآلات الذرية متوقفا على الاجابة عن أسئلة ثلاثة :

هل يمكن أن يستمر التفاعل المسلسل بلا توقف ؟

ماالذى يحدث للنيوترونات ؟

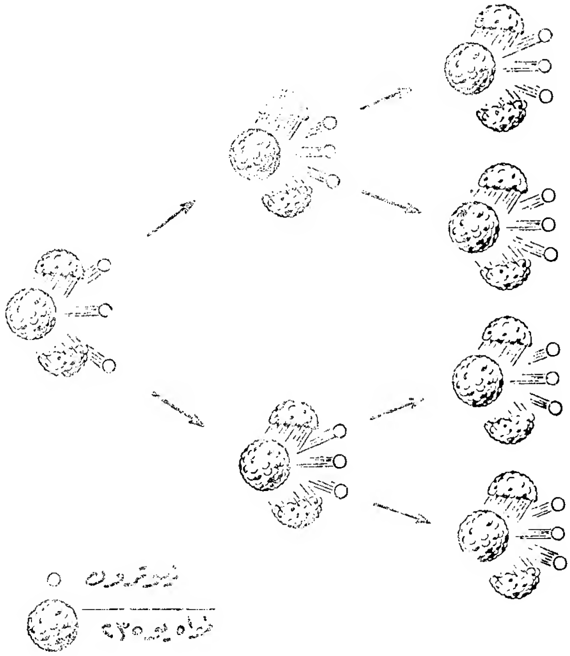
هل يمكن التحكم فى التفاعل المسلسل ؟

وقد يمكن تصور هذه المشكلة اذا تخيلنا مجموعة من الضـــفادع تعيش أزواجا فى بركة . فاذا كان لهذه المجموعة أن تبقى ثابتة العدد فان على كل زوج من الضـــفادع أن ينجب فى حياته عددا من الضفادع بحيث يضمن بقاء اثنين منها ، فاذا انتهى الأمر بسبب ما بهلاك معظم الضفادع وبقى عدد يقل عن ٢ فان الضفادع ستنقرض . واذا تبقى أكثر من ٢ فان النوع يبقى ويزيد عدد الضفادع . وفى الطاقة الذرية مشكلة النيوترون



يسار : فى التفاعل النووى غير المتحكم فيه كما هى الحال فى القنبلة الذرية يدخل عدد كبير جدا من الذرات .

يمين : فى التفاعل النووى المتحكم فيه يكون عدد الذرات التى تنشطر متحكما فيه فى المعدل المأمون .



هى مشكلة اعداد هذه القذيفة ، لأن هذه هى القذائف التى تشطر الذرات . فلنفرض أن عددا قليلا من ذرات يورانيوم ٢٣٥ وليكن مائة مثلا بدأت تنقسم فى كتلة من اليورانيوم تحتوى على ذرات من النوعين ٢٣٥ ، ٢٣٨ . ولنفرض ان كل واحـــدة من هـــذه الذرات المائة ستطلق ثلاثة نيوترونات ، فمـــا الذى سيحدث لهذه القذائف الذرية الثلاثمائة ؟ بعضها سيتسرب الى الهواء . والبعض قد تقتنصه ذرات يورانيوم ٢٣٨ ، ولن يساعد ذلك على اتمام التفاعل المتسلسل لأن هذا النـــوع من اليورانيوم لا ينشطر بالنيوترونات . وقد تصيب بعض النيوترونات الشوائب الموجودة بالمادة ، وهذا أيضا لا يؤدى الى انتاج نيوترونات جديدة ، لكن بعض هذه القذائف على كل حال سيصيب ذرات يورانيوم ٢٣٥ . وهذه هى التى تنتج ثلاثة نيوترونات جديدة لكل ذرة مما يساعد على استمرار التفاعل المتسلسل .

والسؤال الهام فى موضوع التفاعل المتسلسل هو : كم عدد النيوترونات (القذائف) الناتجة التى يمكنها أن تصيب ذرات ٢٣٥ أخرى . اذا أمكن لخمسة وتسعين نيوترونا أو أقل من الثلاثمائة قذيفة أن تصـــيب ذرات يورانيوم ٢٣٥ أخرى فان التفاعل يضـــعف بعـــد قليـــل ويقف اذ أنه لا يستطيع الاستمرار بنفسه . أما اذا نجح فى ذلك ١٠١ قذيفة أو أكثر فاننا نحصل على تفاعل متزايد مســـتمر وستؤدى كل دورة من دورات التفاعل الى عدد أكبر من الانشطارات . والنتيجة النهائية هى قنبـــلة ذرية . يمـــكن التحـــكم فى التفاعل وتنظيمه اذا أصبح عدد القذائف الناجحة فى اصـــابتها للهدف ١٠٠ فقط وعندئذ يمـــكن استئناس الطاقة الذرية واستخدامها فى أغراض سلمية مفيدة . (الواقع أن الاصطلاح طاقة ذرية غير دقيق والأفضل أن نقول طاقة نووية مادامت النواة هى مصـــدر الطاقة . والواقع أن هذين الاصطلاحين يستعملان دائما) .

بداية العصر الذرى : كان بناء أول آلة ذرية تحت مدرجات ملاعب جامعـــة شيكاغو . وكانت هذه الآلة التى سميت المفاعل الذرى تتركب من طبقـــات من اليـــورانيوم المدفون فى الجرافيت .

ويبرز من بين طبقات الجرافيت قضبان من الكادميوم، وهو المعروف بقدرته على التقاط النيوترونات . وفائدة هذه القضبان هى تنظيم التفاعل ومنع زيادة التفاعل المسلسل عن الحد المطلوب . ويتم بناء الفرن عن طريق اضافة طبقات متتالية من اليورانيوم الى أن يصل الحجم الى مايسمى بالحجم الحرج وهو الحجم الذى يحتوى على الكمية المناسبة من اليورانيوم التى تسمح بالتحكم فى التفاعل . وكان الاختبار الأول للفرن يوم ٢ من ديسمبر سنة ١٩٤٢ . ولبدء التفاعل سحبت قضبان الكادميوم واحدا بعد الآخر ، وبذا زادت كمية النيوترونات بسرعة كلما ازداد عدد الذرات المنشطرة تدريجيا الى أن وصلت الى معدل ثابت . وبهذا نجح العلماء فى بناء هذه الآلة الذرية . وعندئذ أمكن القول بأن العصر الذرى قد بدأ .

وقود جديد : وفى الفرن الذرى يوجد خليط من ذرات يورانيوم ٢٣٨ ويورانيوم ٢٣٥ . وتنشطر ذرات يورانيوم ٢٣٥ عندما تسقط عليها قذائف النيوترون وينطلق منها نيوترونات جديدة ، أما ذرات يورانيوم ٢٣٨ فتمتص النيوترونات فى نواتها دون أن تنقسم . ولكن ماالذى يحدث نتيجة زيادة النيوترونات التى تصيب نواة يورانيوم ٢٣٨ ؟ وقبل الاجابة عن هذا السؤال يجب أن نتذكر أن عدد العناصر المعروفة حتى ذلك الوقت كان ٩٢ عنصرا أو نوعا من الذرات . وفى سنة ١٩٤٠ استطاع العلماء (فى تجربة سلطوا فيها قذائف ذرية على ذرات يورانيوم ٢٣٨) أن ينتجوا عنصرين جديدين هما العنصر الثالث والتسعون وسمى نبتونيوم . والعنصر الرابع والتسعون سمى بلوتنيوم . لما اخترع الفرن الذرى وجد أن هذا التحول فى العناصر يحدث فيها أيضا. وكان البلوتنيوم أحد العناصر الناتجة عن اقتناص نواة يورانيوم ٢٣٨ لنيوترون واحد وأصبح للبلوتنيوم أهمية كبيرة عند علماء الذرة مثل يورانيوم ٢٣٥ تماما ؛ لأنه ينشطر عند قذفه بالنيوترونات منتجا طاقة ونيوترونات جديدة ويمكن استخدامه ليحل محل يورانيوم ٢٣٥ النادر الوجود ، وبذا توافر للانسان مصدر جديد للوقود الذرى .

القنبلة الذرية : هل يمكن انتاج قنبلة ذرية ؟ وهل يمكن احداث التفاعل المسلسل فى سرعة كبيرة حتى تنشق جميع الذرات فى وقت بسيط لا يتجاوز واحد من مليون من الثانية فيحدث انفجار مروع ؟ أو هل يحدث انفجار خطير ؟ لقد أستمر البحث سرا فى هذه المشكلات فى لوس الاموس بالقرب من سانتافى بولاية نيومكسيكو الأمريكية .

وتتوقف قوة القنبلة على تحرير كمية هائلة من الطاقة فى زمن قليل جدا . ولتحقيق ذلك يجب أن يتولد عن التفاعل المسلسل عدد متزايد من النيوترونات ليصيب ذرات أخرى جديدة من ذرات يورانيوم ٢٣٥ . وقد عرف العلماء من خبرتهم بالفرن الذرى ومن حسابهم النظرى أن هناك حدا أدنى لكمية اليورانيوم ٢٣٥ التى يمكن أن تحدث الانفجار . فالانفجار لا يحدث اذا قلت الكمية عن هذا الحد بسبب تسرب عدد كبير من النيوترونات من سطح الكتلة مما يضعف التفاعل ويوقف التسلسل . وفى نفس الوقت اذا زادت كمية اليورانيوم عن الحد الحرج المعين فانها تنفجر بمجرد تحضيرها . فكيف يمكن حل المشكلة ؟

يمكن نظريا لحل هذه المشكلة فصل محتويات القنبلة الى قسمين داخل غلافها ، وعند لحظة التفجير يمزجان معا . ويتم هذا المزج بعد اطلاق القنبلة . ويحدث الانفجار بمجرد اتصال الكتلتين من يورانيوم ٢٣٥ حيث تبدأ الشرارة اللازمة من الانشطار الذاتى لهذه الذرات .

كان هذا مجرد فكرة نظرية ولكن هل يمكن أن تتحقق ؟ ان الاجابة عن هذا السؤال تتلخص فى تقرير وزارة الحربية الأمريكية الصادر فى ١٦ من يولية سنة ١٩٤٥ عن أول اختبار للقنبلة الذرية :

« لقد تم انتقال الجنس البشرى بنجاح الى

عصر جديد هو عصر الذرة فى يوم ١٦ من يولية سنة ١٩٤٥ . وفى ذلك اليوم تجمع عدد من العلماء والعسكريين فى منطقة صحراوية جهة نيومكسيكو ليشاهدوا نتيجة جهود وأبحاث تكلفت ٢٠٠٠ر٢ مليون دولار . ففى أحد أركان قاعدة الاموجوردو التى تقع على بعد ١٢٠ ميلا جنوب البوكرك وفى الساعة الخامسة والنصف من صباح ذلك اليوم التاريخى حقق علماء الذرة نصرا كبيرا بتفجير أول قنبلة ذرية . وزاد من رهبة الموقف سيل من المطر المنهمر والبرق الذى جدد ظلمات الليل فى نفس اللحظة التى حدث فيها الانفجار المروع .

فى ذلك اليوم كان البرج المصنوع من الصلب والذى استقر عليه هذا السلاح الرهيب الذى قدر ليغير من أسلوب الحرب القديم أو ليضع حدا للحروب البشرية ، كان هذا البرج يقف رمزا لدخول الانسان فى عصر جديد . وكان النجاح أكبر مما يمكن أن يتصوره طموح الانسان . لقد كان السلاح عبارة عن كمية ضئيلة من المادة التى تطلب انتاجها انشاء سلسلة من المصانع لكى تحرر الطاقة الجبارة التى تكمن وراء حصون الذرة منذ الأزل . وتحقق بهذا نصر رائع حيث تم تحويل بعض النظريات التى توصل اليها الانسان قبيل الحرب الى عالم الحقيقة الواقعة .

وكانت أول محطة للمراقبة تبعد ٠٠٠ر١٠ ياردة جنوب البرج . وكانت المحطة عبارة عن كوخ من الخشب والطين به أجهزة التحكم فى الانفجار . وأخذ المسئولون الكبار عن مشروع القنبلة الذرية أماكنهم فى نقطة تبعد عن البرج بمسافة ٠٠٠ر١٧ ياردة .

وبدأت الاشارة الزمنية ..... باق عشرون دقيقة ... باق خمس عشرة دقيقة ... وكلما اقتربت ساعة الصفر ازداد توتر أعصاب هؤلاء المراقبين فى غرفة المراقبة . هناك كان يقف الدكتور أوبنهيمر والجنرال فرل وتكاد تقف أنفاسهما انتظارا للحظة الخالدة ، وقبيل الانفجار بخمس وأربعين ثانية ، بدأت الآلات تعمل أوتوماتيكيا دون تدخل من الانسان .

وفى اللحظة المحددة انبعث ضوء يخطف الأبصار أضاء المنطقة كلها بدرجة تفوق ضوء النهار . وتلا ذلك انفجار مروع مصحوب بموجة من الضغط بلغ من شدتها أن دفعت رجلين خارج مركز القيادة وطرحتهما أرضا . وفى الحال ظهرت سحابة كثيفة متعددة الألوان تغلى الى ارتفاع ٠٠٠ر٤٠ قدم . واختفت السحب الطبيعية التى كانت فى طريقها ، ولم تلبث الريح أن طمست معالم الكتلة الرمادية اللون .

وانتهت التجربة ، وكان النجاح حليف مشروعها .

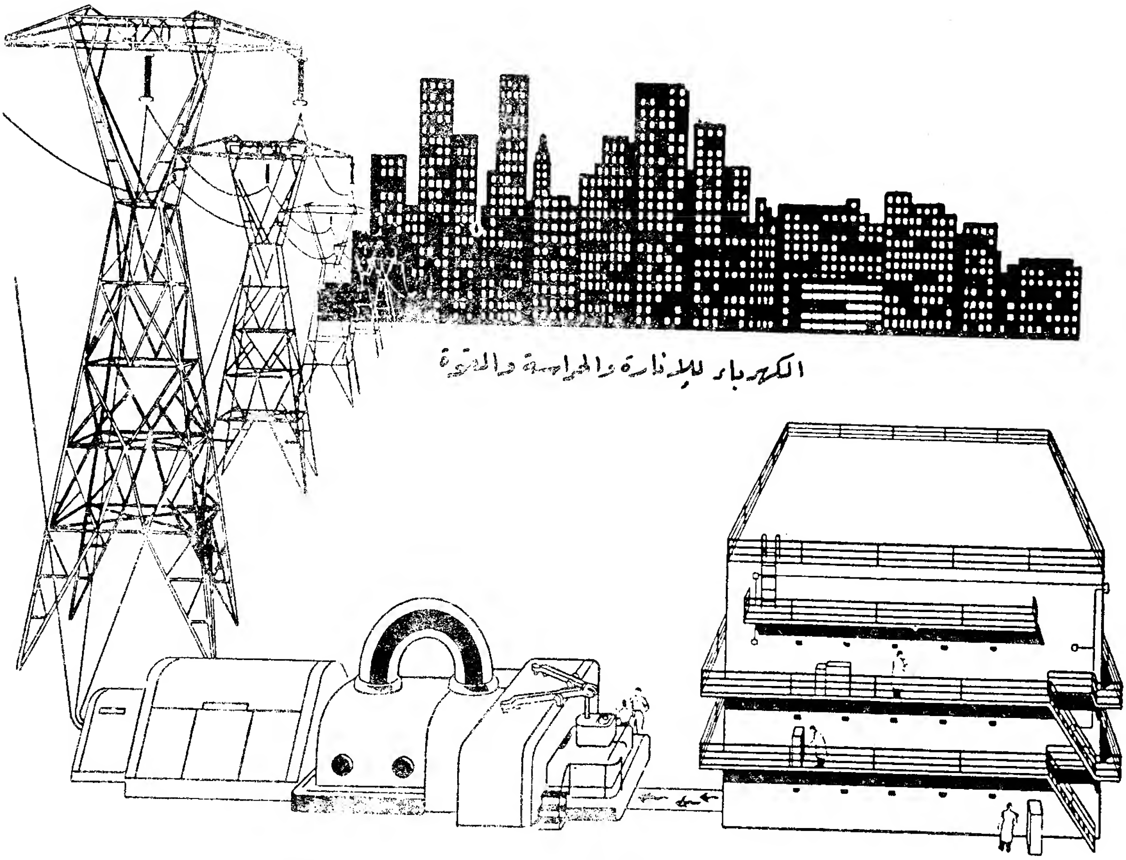
أما البرج المصنوع من الصلب فقد تبخر تماما ولم يبق له أثر سوى حفرة عميقة فى المكان الذى كان يقف فيه ، ووقف العلماء تملؤهم نشوة النصر محاولين تقدير قوة السلاح الجديد .

وفتحت بذلك أبواب العصر الذرى الجديد ... للخير أو للشر ، وفى يوم ٦ من أغسطس سنة ١٩٤٥ . ولم يكن قد مضى على تلك التجربة سوى ثلاثة أسابيع . ألقيت قنبلة ذرية على مدينة هيروشيما ، وبعد ثلاثة أيام ألقيت القنبلة الثانية على مدينة ناجازاكى ، وكان للقنبلتين آثار مروعة.

الذرة كمصدر للطاقة

للطاقة الذرية نوعان من النواتج التى يمكن الحصول عليهما من انشطار الذرة داخل الفرن الذرى : النوع الأول فى صورة حرارة ، والثانى عبارة عن مجموعة كبيرة من المواد المشعة تعرف بالنظائر .

المصنع الذرى : لوحظ فى أثناء ادارة الفرن الذرى تولد كميات كبيرة من الحرارة نتيجة لانشطار الذرة . ان تحمس الانسان للوقود الذرى يرجع



١ مفاعل نووى
يولد التفاعل المتسلسل للذرات المنشطرة الحرارة .

٢ توربين بخارى
يدير البخار المتولد من حرارة المفاعل التوربين .

٣ مولد كهربى
يحرك التوربين البخارى المولد لتوليد الكهرباء .

فى المفاعل الذرى تحول الحرارة الناتجة من انشطار الذرات الماء الى بخار . ويدير البخار التوربين لكى يحرك المولد الذى ينتج الكهرباء .

الى أنه مصدر هائل لتلك الطاقة فان رطلا واحدا من اليورانيوم يحوى من الطاقة الذرية قدرا يعادل الطاقة التى نحصل عليها من احتراق ٣ ملايين رطل من الفحم . فكيف يمكن استئناس هذا القدر من الحرارة لاستخدامه فى أغراضنا ؟ ان أحد هذه الوسائل هو استخدام هذه الحرارة وتحويل الماء الى بخار واستخدام هذا البخار فى ادارة تربينات لتوليد التيار الكهربى ، وبهذا يمكن تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية .

وتنفق هيئة الطاقة الذرية فى أمريكا ٢٠٠ مليون دولار فى مشروع مدته خمس سنوات لانشاء محطات ذرية اقتصادية لتوليد الكهرباء وستختبر فى بحوث هذه الهيئة خمسة أنواع من المفاعلات الذرية . ومن ضمن أهداف هذا المشروع توفير أنواع أخرى من الوقود عن طريق استخدام المواد المتكونة من امتصاص نواة يورانيوم ٢٣٨ للنيوترونات وبهذا يمكن تحضير وقود ذرى جديد فكما عرفنا قبلا يمكن تحويل هذا النوع من اليورانيوم الى بلوتونيوم قابل للانشطار . ومعنى هذا أن المفاعل الذرى لا يقتصر عمله على توليد الطاقة بل يقوم بانتاج وقود جديد .

وفى اختيار الوقود الأساسى يجب أن نراعى اختيار الوقود الذى ينتج لنا أحسن كمية من

النيوترونات داخل المفاعل • ويجرى الآن اختبار اليورانيوم والثوريوم •

ومن النواحى المثيرة فى بحوث الطاقة الذرية محاولة الوصول الى أحسن طريقة لتحويل الحرارة الى كهرباء • ويتم هذا التحويل الآن على خطوتين فى الخطوة الأولى يمرر سائل (يسمى المبرد) • خلال المفاعل الذرى ثم يخرج محملا بالحرارة • ويقوم هذا السائل الساخن بتسخين الماء وتحويله الى بخار والمشكلة التى يدور حولها البحث الآن هى اختيار أحسن السوائل التى يمكن استخدامها فى هذا الغرض . ويستخدم الماء فى بعض المفاعلات وفى البعض الآخر يستخدم معدن منصهر مثل الصوديوم •

ويجرى الآن بناء عدد من محطات توليد الكهرباء الذرية فى الولايات المتحدة وبريطانيا وفرنسا وروسيا (والجمهورية العربية المتحدة) . وقامت الملكة اليزابيث بتدشين محطة كولدرهول فى كمبرلاند بانجلترا وكانت هذه أول محطة توليد كهرباء فى العالم تستخدم الطاقة الذرية على نطاق واسع ، وكانت مصممة لتنتج من ٦٠٫٠٠٠ الى ٩٠٫٠٠٠ كيلووات من الطاقة الكهربية • وفى الولايات المتحدة يجرى الآن ـ عند كتابة هذا الكتاب ـ انشاء ١٧ محطة لتوليد الكهربا ، بعضها فى مرحلة التخطيط ، وبعضها فى مرحلة البناء •

ويمكن اعتبار جميع هذه المشروعات مجرد تجارب كل منها يمثل تجربة مختلفة تمام الاختلاف عن غيرها من تجارب توليد الطاقة الكهربية ذريا وستوضع هذه المحطات تحت الاختبار لتقدير تكاليف انتاجها من الكهربا ، ولتحديد مقدار استهلاكها من اليورانيوم •

الغواصة نيوتيلوس : تم فى عام ١٩٥٥ انزال أول غواصة ذرية الى البحر فى جروتون بولاية كنكتيكت • ويحيط بالمفاعل الذرى لهذه الغواصة جداران من الرصاص لمنع تسرب الاشعاع الذرى الخطر • ويدفع فيه تيار من الماء يقوم بتسخين الماء وتحويله الى بخار • ويدير البخار ريش تربين الغواصة •

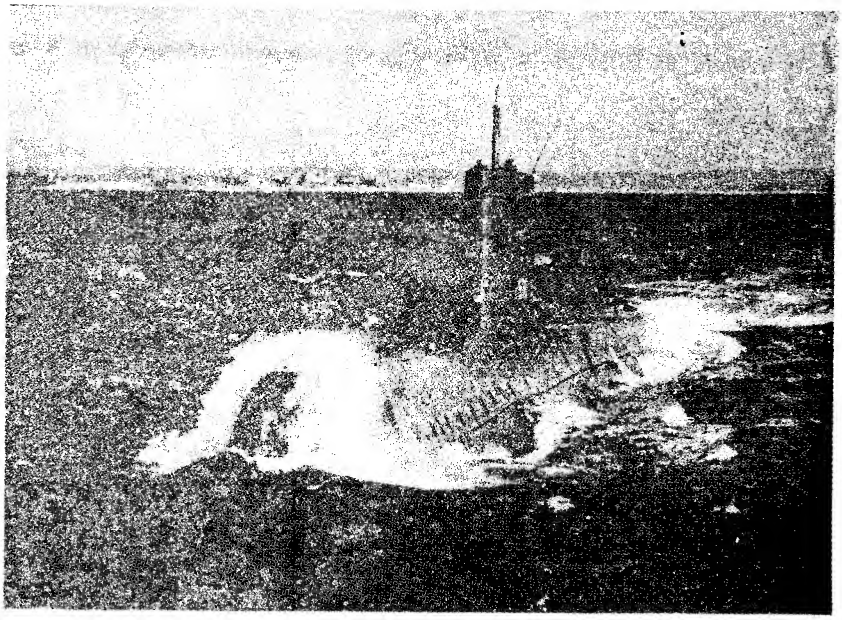
وتستطيع الغواصة أن تسير بسرعة ٣٠ عقدة وتبقى تحت الماء الى ماشاء الله وتقطع آلاف الأميال. لأن محركاتها تستطيع أن تجرى عاما كاملا أو أكثر دون حاجة الى كمية أخرى من اليورانيوم • ولأن المحرك الذرى لا يحتاج الى أوكسجين فان الغواصة ليست فى حاجة الى الصعود الى سطح الماء للتزويد بالهواء •

وتجرى الآن البحوث لانتاج الطائرات الذرية • ولكن المشكلة الكبرى هى ثقل الجدار الواقى من أخطار الأشعاع • ومن المحتم أن تصنع هذه الجدران الواقية من الرصاص والأسمنت المسلح ، وهذا يزيد من ثقل الطائرة • وتجرى كذلك البحوث لاستخدام الطاقة الذرية فى تسيير السفن والقطارات •

النظائر المشعة فى خدمة الإنسان

تعتبر النظائر المشعة من أهم منتجات برنامج الطاقة الذرية • وهذه النظائر كما عرفنا عبارة عن توائم لذرات بعض العناصر ولها القدرة على ارسال اشعاعات ذرية متعددة الأنواع • وكانت هذه النظائر تحضر منذ عام ١٩٣٤ والى مابعد عام ١٩٤٠ فى أحد الأجهزة المسماة سيكلوترون تدور فيه الدقائق الذرية وهى واقعة تحت تأثير مغناطيسى كهربى جبار بسرعة متزايدة وفى هذا الجهاز يمكن جعل البروتونات تنطلق بسرعة هائلة لتصيب نواة الذرة • وقد تمكن العلماء من تحضير مالا يقل عن ٤٠٠ من النظائر المشعة حتى عام ١٩٤٠ باستعمال هذه الأجهزة •

ومنذ ذلك الوقت أضافت بحوث الفرن الذرى الكثير من المعلومات الى تحضير النظائر المشعة •



أول غواصـيـة ذرية (نوتيلوس) فى أسطول الولايات المتحدة فى أول تجربة بحرية لها عام ١٩٥٥ ·

استخدام النظائر المشعة : تستخدم النظائر المشعة ضمن ماتستخدم فى عمليات التتبع واقتفاء الأثر أو « التجسس » · ولكى تفهم عمل النظائر المشعة فى هذه الناحية تذكر التجربة التى قمنا فيها بوضـع ساق نبات فى كأس بها ماء أضيف اليه لون أحمر (حبر) وتركناه فيه مدة ، ثم قمنا بعمل قطعات فى عدة أماكن من الساق وفحصناها تحت الميكرسكوب حتى نستطيع تتبع سير الماء فى أوعية الخشب بالسـاق لكى نعرف أين تذهب ، وماسرعة سريانها · وان الذى ساعدنا على تتبع سير الماء هو اللون الأحمر الذى أضفناه الى الماء ، وكان يصـبغ خلايا الخشب التى يمر بها الماء · ففى هذه التجربة يمكن أن يعتبر أن اللون الأحمر هو المادة التى عن طريقها استطعنا اقتفاء أثر الماء وتتبع سيره ·

والذرات المشعة تصدر عنها اشعاعات يمكن تتبعها بواسطة جهاز يسمى «عداد جيجر» ، ولهذا السبب يمكن تتبع سيرها فى جسم حيوان أو فى أنابيب زيت البترول فى محطات التنقية وغيرها · كما يمـكن تتبع أكثر التفاعلات الكيموية تعقيدا باستبدال ذرات العناصر المتفاعلة بذرات مشعة ، ثم تتبع هذه الذرات فى أثناء تفاعلاتها غير المنظورة عن طريق اشعاعاتها التى تحكى قصتها ، وهـذه الطريقة من الدقة بحيث انه يمكن تتبع أقل كمية ممكنة بها · وقد أمكن استغلال هـذه النظائر المشعة فى البحوث الحيوية (البيولوجية) ، وفى الزراعة ، وفى الصـناعة ، وفى تشخيص وعـلاج بعض الأمراض ·

البحوث الحيوية : أمكن تتبع هجرة البعوض من مواطنه الأصلية عن طريق اطلاق مجموعة من البعوض ربيت فى بركة سبق أن أضيف الى مائها فوسفور مشع ، وامتص البعوض الفوسفور المشع واحتفظ به فى جسمه ، ثم جمع البعوض بعد مدة من أجـزاء متفـرقة · واختبـر للبحث عن آثار الفوسـفور المشع بأجسامه بواسطة عـداد جيجر فأمكن بذلك تحـديد المدى الذى انتشر فيـه البعوض ، وعرف الكثير عن عادات البعوض ·

وأمكن الكشف عن أهميـة نوع جديد من المواد الدهنية الغذائية بحقنة فى دم فأر بعد أن أضيف اليه ذرات من الكربون المشع · وبعد أن تم تمثيل الدهن فى جسم الفأر خرج ثانى أكسيد الكربون المشع مع هواء الزفير · وقد أمكن معرفة سرعة احتراق الدهن فى جسم الفأر بعـد معرفة الزمن الذى مضى بين تنـاوله وبين خـروج ثانى أكسيد الكربون المشع ·

ونحن نعرف أن كرات الدم الحمراء تحتوى على حديد · فاذا حقن دم الانسان بمركبات الحديد المشع فاننا نستطيع تحديد سرعة تكون واستهلاك كرات الدم الحمراء ·

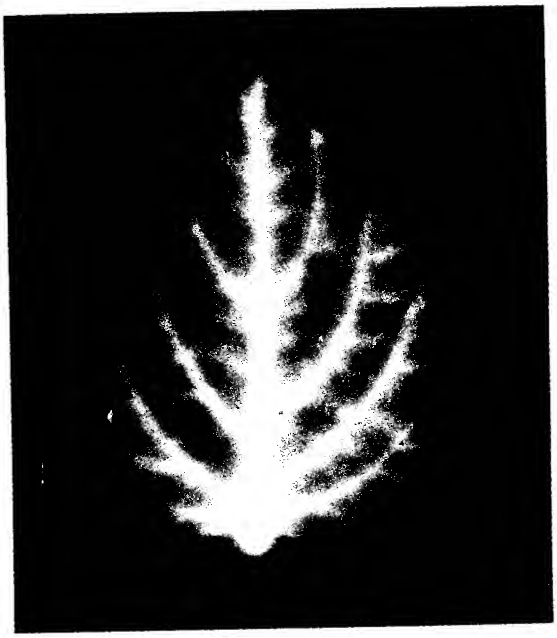
ويجرى الآن دراسة عملية تكوين السكر فى

وباستخدامها أمكن التحكم فى ضبط سمك الورق وشرائح البلاستيك والمطاط والأقمشة والمعادن ، وذلك عن طريق وضع جهاز مشع فى جهة من هذه الشرائح وعداد حساس للمادة المشعة فى الجهة الأخرى منها • وتتأثر درجة حساسة العداد بسمك المادة التى تمر أمامه ، واذا مازاد سمك المادة المارة أو نقص فان العداد يعطى اشارة معينة تدل على ذلك ، ويتم ذلك آليا • وبهذا تخدم المواد المشعة كضابط فى العمليات الصناعية •

تشخيص الأمراض : يستخدم اليود المشع فى تشخيص حالات اضطراب الغدة الدرقية • وهذه الغدة مكونة من فصين على جانبى الحنجرة ، وتقوم بافراز مادة الثيروكسين فى الدم - وهى التى تنظم عمليات التمثيل فى الجسم • وتضع هذه الغدة الثيروكسين من اليود وغيره من المواد الكيموية فى الدم عند مروره فيها • فاذا شرب المريض المشتبه فى وجود اضطراب فى غدته الدرقية بعض الماء المحتوى على اليود المشع ، تقوم الغدة الدرقية بتكوين مادة الثيروكسين من اليود المشع وبعد ذلك يتتبع الطبيب اليود المشع بواسطة عداد جيجر فى جسم المريض ، فاذا كانت الغدة الدرقية لا تمتص الا كمية ضئيلة منه فان هذا دليل على عدم نشاطها • واذا كان امتصاصها لليود ثم افرازها له يتم بسرعة فان هذا قد يكون دليلا على نشاط مفرط •

وقد أمكن تشخيص اورام المخ باستخدام الفوسفور المشع ؛ وذلك لأن أورام المخ تمتص كميات كبيرة من الفوسفور أكثر مما تمتصه الخلايا السرطانية . ولهذا تكون كمية الفوسفور المشع فى منطقة الورم أكبر من كميته فى أى منطقة أخرى بالمخ • ويبحث الجراح عن مكان الورم بواسطة عداد جيجر يشبه الابرة بعد أن يمضى ٢٤ ساعة على حقن المرض بالفوسفور المشع •

علاج الأمراض : لقد كان بيكريل - العالم الذى اكتشف أول مادة مشعة طبيعية - أول من لاحظ أثر المواد المشعة فى الأنسجة الحية • فبعد أن حمل الأنبوبة المحتوية على أملاح الراديوم فى



صورة فوتوغرافية لورقة نبات أخذت فى معامل بروكهافن القومية فى ابتون بنيويورك• وقد أخذت الصورة بعد امتصاص النبات لفوسفور مشع • وقد أوضحت مثل هذه الدراسات تركيز الفسفور اللازم للنبات لكى يكون سليما تحت الظروف المختلفة .

جسم النبات من الماء وثانى أكسيد الكربون فى جسم النبات الأخضر فى أثناء عملية التمثيل الضوئى . وذلك باستعمال غاز ثانى أكسيد كربون مشع •

الزراعة : هل تصل الأسمدة التى يضيفها الفلاح الى الأرض الى أجزاء النبات التى سيستفيد منها فعلا ؟ ان فائدة السماد وفاعليته يمكن أن تقوم عن طريق اضافة مواد مشعة الى تركيبه ، ثم تتبع اشعاعه فى جسم النباتات المزروعة فى الأرض التى استخدم فى تسميدها • ولهذا الغرض أضيف فوسفور مشع الى عدد من الأسمدة التى يدخل الفوسفور فى تركيبها لمعرفة درجة استفادة النبات من فوسفور كل من هذه الأسمدة ، وما مقدار تأثر السماد بنوع التربة ، وماهى أحسن طريقة لتمسيد الأرض به •

الصناعة : لقد أمكن استخدام المواد المشعة فى الصناعة بنجاح أيضا ، مما ترتب عليه توفير مالا يقل عن ١٠٠ مليون دولار سنويا •

جيب صديريته مدة ، أصيب بجرح عميق يشبه الحرق فى بطنه • وأدرك أن الاشعاعات الصادرة من الراديوم قد أحرقت أنسجة الجسم •

وقام العلماء ببحث تأثير اشـعاع الراديوم على أنسجة السرطان وثبتت فاعليته فى علاج كثير من حالات الاصابة بهذا المرض الخبيث • وفى أول الأمر كان النجـاح حليف عـلاج الحالات التى بها اصابة قريبة من سطح الجلد مثل الأورام الخبيثة الصادرة عن سرطان الصـــدر واللسان والأنف والحلق ، وبعد ذلك أمكن علاج حالات أورام الكبد والمعدة والأمعاء • وفى جميع هذه الحالات كانت اشعاعات الراديوم تميت خلايا السرطان تماما •

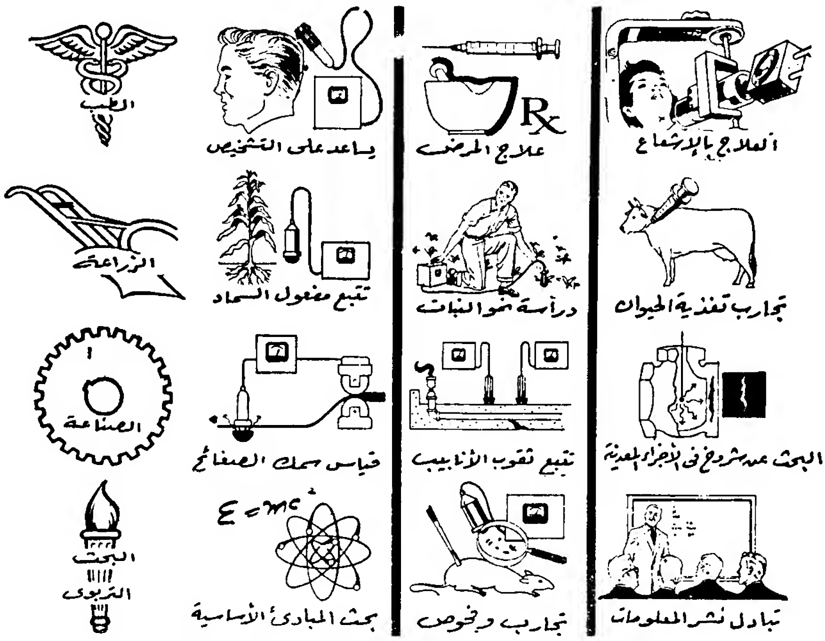
كانت المشــكلة فى عدم قدرة الراديوم على التفرقة بين الخلايا المصابة والسليمة • ولكن تطور بحوث انتـــاج المواد المشعة الصناعية فى الفرن الذرى جعل من الممكن علاج حالات السرطان بنجاح تام ومن أمثلة هـــذه الحالات علاج سرطان الغدة الدرقية عن طريق أخذ كميات كبـــيرة من اليود المشع الذى اذا تركز فى الغدة المصابة بالسرطان تبيد خلاياه • وبنفس الطريقة أمكن علاج أحـد أمراض الدم الذى تزداد عند المصابين به سرعة انقسام خلايا الدم •

القنبلة الأيدروجينية

عرفنـــا أن الفرن الذرى والقنبـلة الذرية يعتمدان فى انتاج الطاقة على عملية انشطار الذرة ، فى حين أن القنبلة الأيدروجينية الحديثة تعتمد على عمليـة تجميع عـــدد من الذرات ، ويعرف ذلك « بالانضمام النووى » وفيـــه تتكون ذرة هليوم نتيجة ضم أربع ذرات أيدروجين •

وفى القنبـــلة الذرية الأولى كان انشـطار الذرات الثقيلة مثـل البـلوتونيوم واليـورانيوم يؤدى الى تكوين ذرات أخف فى الوزن ، أما فى القنبلة الأيدروجينية فان ذرات الأيدروجين الحقيقية تتجمع معا لتكوين ذرات أثقل وزنا •

ويجرى تجمع ذرات الأيدروجين فى جميـع النجوم ، ومن ضمنها الشمس ، وهو مصدر ضوئها وحرارتها • وفى مركز النجم يمكن أن يتم هــذا



توضح هذه الرسوم بعض النواحى التى تستخدم فيها النظائر المشعة حاليا •

الانضمام ، باستمرار ؛ لأن الحرارة الهائلة التى قد تبلغ ٢٠ مليون درجة مئوية تكفى لتجميـــع الذرات الحقيقية والتغلب على قوة التنافر الكهربى الحادث بينها • وعلى الأرض تمـــكن الانسان من ادراج ذرات الأيدروجين عن طـريق تفجير قنبلة ذرية أولا لتوليد حرارة تصل الى ٥٠ مليون درجة مئوية (فى القنابل الأيدروجينية تستخدم نظائر الأيدروجين (ديوتيريم وتريتيم) بدلا من الأيدروجين العادى) •

وتنطلق الطاقة فى عمليـــات الانشـــطار والاندماج الذرى تبعا للمعادلة $ط = ك \times ع^{٢}$ • وفى انشطار نواة ذرة واحدة من اليورانيوم تتحول $\frac{١}{١٠٠٠}$ من المـــادة الى طـاقة • وفى اندماج ٤ ذرات الأيدروجين لتكوين ذرة هليـوم تتحول $\frac{٧}{١٠٠٠}$ من المـــادة الى طاقة ، ولـكن التدمير المروع الذى يحدثه انفجـار القنبلة الأيدروجينية أكبر لسبب آخر •

ليس هناك « نظريا » حدود لحجم الاندماج النووى فى القنبلة الأيدروجينية كما هو بالنسبة للانشطار النووى فى القنبـلة الذرية ، فالقنبـلة الأيدروجينية يمكن أن تكون أكبر آلاف المرات ، وبالتالى أكثر قدرة على التدمير • لقد قدر العلماء أن القنبلة الأيدروجينية تستطيع أن تحدث تدميرا تاما فى مدى أربعة أميال فى جميع الاتجاهات من مكان التفجير وبهذا تغطى مساحة قدرها ٥٠ ميلا مربعا •

وتماما كما يحدث فى القنبلة الذرية يحدث التدمير نتيجة لثلاثة عوامل : أولها موجة الانفجار، ولهب الانفجار ، والاشعاع الناتج عن الانفجار • وقد قيل ان قنبلة أيدروجينية واحدة تكفى لتدمير أى مدينة على سطح الأرض تدميرا تاما •

ان الانفجار الذرى الذى يحدث فى الشمس الذى يعتبر مسئولا عن بعث الحيـــاة على الأرض واستمرارها هو نفسه الذى يحتمل أن يدمر كل أثر للحيـــاة على الأرض اذا حدث بشكل قنبلة أيدروجينية يفجرها الانسان •

ذرات جديدة

لقد تطور العالم كثيرا منـــذ أيام فلاسفه اليونان الذين اعتقدوا أن العناصر الأساسية على الأرض هى : الماء ، والنار ، والهواء ، والتراب • ولقد اعتقدنا منذ بضع سنوات ــ عندما عرفنا أن على الأرض ٩٢ عنصرا ــ أننا قد استكملنا جميـع العناصر المرئية فى هذا الجدول • ولكن ما ان بدأ الانسان يلعب فى نواة الذرة فى آلاته الذرية حتى اكتشف أمكنة جديدة لعناصر لم تكن موجودة • وفى هـذا الوقت من عصرنا الذرى أصبح عـدد العناصر ١٠٢ • وعلى العموم يمكن القول ان هذه الذرات التى قام الانسان بصنعها حديثا توجد فى الطبيعـة بكميـــات ضـئيلة ولفترات عابرة على الأرض ، وربما وجدت جميعها بكميات كبيرة فى العصور الغابرة فى أثنـاء تكوين عناصر القشرة الأرضية منذ ملايين السنين • ولكن كل هـــذه الذرات غير العادية فى ثقلها ليست ثابتة ، ولهذا الســبب اختفت ، والقليل منها الذى يظهر بين آن وآخر ، اذ يتكون نتيجة اصطدام الأشـــعة الكونية الآتية من الفضـاء الخارجى بالأرض ، أو نتيجة النشاط الاشعاعى الطبيعى لليورانيوم أو الراديوم •

وفيما يلى بيان بهذه الذرات الجديدة :-

الاســم	الرمز	الرقم	منشا التســمية
نبتونيوم	Np	٩٣	أثقل من اليورانيوم كما أن الكوكب نبتون أبعد من أورانوس •
بلوتونيوم	Pu	٩٤	سمى على اسم بلوتو الكوكب التالى بعد نبتون•
اميريكم	Am	٩٥	نسبة الى الأمريكتين •
كوريم	Cm	٩٦	تكريما لذكرى مارى وبيير كورى
بركيليوم	Bk	٩٧	تخليدا لجامعة كاليفورنيا فى بيركلى للدور الذى قامت به فى تحضير العنصر •
كاليفورنيم	Cf	٩٨	نسبة الى جامعة كاليفورنيا •
اينشتنيم	E	٩٩	نسبة الى ألبرت اينشتين وتكريما له •
فيرميم	Fm	١٠٠	تخليدا للعالم « انريكو فيرمى » •
ميندليفيم	Mu	١٠١	تخليدا للعالم الروسى « ديمترى منديليف » •
نوبيليم	No	١٠٢	تكريما للعالم « انفريد برناردونوبل » •

وفيما يلى أهم التعميمات التى يمكن استخلاصها من هذا الفصل :

- الذرات قابلة للانقسام • فهى تتركب من دقائق أصغر من الذرة هى الالكترونات والبروتونات والنيوترونات
- يكمن الفرق بين ذرات العناصر المختلفة فى عدد الوحدات التى تتكون منها ، أما أنواع هذه الوحدات فهى ثابتة فى جميع الذرات •
- توجد البروتونات والنيوترونات فى النواة الصغيرة داخل الذرة ، أما الالكترونات فتدور فى مدارات خارج النواة •
- تنقسم ذرات بعض العناصر باستمرار – كاليورانيوم – وهذا يكسبها خاصة الاشعاع •
- انقسام الذرة يؤدى الى تكوين ذرات عناصر جديدة •
- يمكن تحويل الطاقة الى مادة ، والمادة الى طاقة •
- تحطيم كمية ضئيلة من المادة يؤدى الى تحرير كميات هائلة من الطاقة كما تعبر عنه المعادلة •

ط = ك × ع² – حيث ط هى الطاقة ، ك كتلة المادة ، ع هى سرعة الضوء (١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية) •

- عند انقسام الذرة يتحول بعض المادة الى طاقة •
- النيوترونات تستخدم كقذائف لتحطيم الذرات •
- فى التفاعل المسلسل تنطلق الطاقة من كل ذرة تنقسم كما تنطلق نيوترونات تعمل على تقسيم ذرات أخرى •
- الطاقة المتولدة من التفاعلات الذرية

والقنابل الذرية تتولد عن تفاعل مسلسل لذرات منقسمة ٠

ـ يمكن أن تكسب الذرات خاصة الاشعاع اذا أطلقت عليها قذائف من النيوترونات فى الفرن الذرى ٠

ـ ذرات النظائر المشعة تستخدم فى ميادين الطب ، والزراعة ، والصناعة ٠

ـ فى القنـابل الهيدروجينيـة تتحد ذرات الأيدروجين لتكون ذرات هليوم ، ويعرف هـذا بالتجمع بعكس الانقسـام الذى يحدث فى القنبلة الذرية ٠

ـ طاقة النجوم تستمد من تجمع ذرى ٠

ـ فى كل من الانقسـام والتجمع الذرى يتحول جزء من المادة الى طاقة ٠

ـ تمكن العلمـاء من تحضير ذرات جديدة أثقل من اليورانيوم ٠

ـ الطاقة الذرية يمكن أن تعود على الانسان بالخير أو بالشر ٠

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ احتفظ فى سجل خاص بقصاصات الجرائد والمجلات التى تأتى بأخبار عن الطاقة الذرية وما يتصـل بهـا من موضوعات . واعمل ملخصا يحتوى على :

(أ) الصلة بينها وبين موضوعات العلوم الهامة ٠

(ب) ماهى النتائج المحتملة للاكتشـافات العلمية الحديثة ٠

(جـ) أين تم البحث الجديد ٠

٢ ـ استخدم لوحات لتوضيح تركيب الذرة ٠

٣ ـ افحص المينا المضيئة للسـاعة فى غرفة مظلمة بواسطة عدسة مكبرة ٠

٤ ـ اعمل ملفا لقصاصات الجرائد التى تتناول موضـوع النظائر المشـعة واستعمالاتها فى الطب والزراعة والصناعة ٠



الفصل التاسع عشر

تدريس "الطاقة الذرية وفوائدها"

اننا نعيش فى عصر الذرة : وفى كلمة ألقاها المستر دافيد ليلينثال الرئيس السابق لمؤسسة الطاقة الذرية الأمريكية قال : « ان الطاقة الذرية فى ظل الديموقراطية يجب أن تكون ملك الشعب الذى عليه أن يقرر وحده كيفية استغلالها. ولكى تكون القرارات التى يصدرها الشعب حكيمة فانها لابد أن تقوم على أساس سليم من المعرفة بالذرة وما يمكن أن تفعله » ٠

وقد يقول قائل : « ولكن ماالذى نستطيع أن نقوله عن الطاقة الذرية فى المدرسة الابتدائية» ؟ اننا لا نريد أن نزيد شعور أطفالنا بالرعب وعدم الأمان ، ولكننا فى نفس الوقت لا يجوز أن نتركهم جاهلين هذه القوة الهائلة التى لها من القدرة على التدمير مالا نقوى على تصوره ، والتى تستطيع فى نفس الوقت أن تسهم فى اسعاد البشرية عن طريق العلاج الطبى ، وانتاج الطاقة الكهربية وتحسين أساليب الزراعة وغير هذه من الفوائد والتطبيقات العملية ٠

ان هناك الكثير من الخدمات البناءة التى تستطيع الطاقة الذرية أن تسهم بها فى صالح البشرية مما يدعونا الى التفاؤل ٠ وهناك الكثير من المبادىء عن الطاقة الذرية مما يستطيع أطفال المدرسة الابتدائية استيعابه ولا يزيد صعوبة عن الكثير مما يدرسونه ٠

من هو الشعب الذى يقول عنه مستر ليلينثال انه هو الذى عليه أن يصدر قراراته بشأن استخدام الطاقة الذرية ؟ ان الصحف تحمل الينا الكثير من أخبار القرارات التى يصدرها ممثلو الشعب وغيرهم من المسئولين فى الادارات الحكومية. هذه القرارات لا شك لها نتائج بعيدة المدى ونأمل أن تكون قرارات حكيمة دائما ٠ ونحن نتحدث بطلاقة ونقول اننا داخلون على عصر الذرة ٠ ان الأطفال الذين نعلمهم فى المرحلة الابتدائية اليوم سيصبحون فى المستقبل القريب هم « الشعب » الذى سيصدر القرارات ٠ فهل عليهم أن ينتظروا

ولا يتعلموا شيئا عن الطاقة الذرية حتى يصبحوا رجال الشعب ؟ أو أن من حقهم أن يعرفوا وتزداد معرفتهم مع نموهم حتى يدخلوا حياتهم العملية وهم مزودون بالمعلومات والحقائق والاتجاهات والمهارات التى يمكن أن تكون أساسا سليما لاصدار هذه القرارات • اننا نعتقد أن هذا هو حقهم المشروع •

ولكن ماالذى يجب أن نقوله لأطفالنا عن القنابل ؟ ان الكثير من المدرسين يتساءلون عن ذلك ، وهم على حق اذا كانت لديهم رغبة شديدة فى معرفة الاجابة عن هذا السؤال • ان ماأوردناه فى هذا الفصل لن يكون كافيا مالم تستكمل المناقشة عن الأطفال للتعرف على اتجاهاتهم نحو القنبلة الذرية • ومثل هذه المناقشة لن تكون وافية بطبيعة الحال ، اذ من الذى يعرف مدى حاجتنا الى تغيير موقفنا من ذلك عندما يتقدم الزمن وتتغير الأحوال •

ومن الطبيعى أن يشعر الأطفال بالقلق الذى يسود العالم الخارجى ، انهم يسمعون الكثير من المناقشات عن آثار القنبلة الذرية • انهم يسمعون عن أسلحة أشد تدميرا من القنبلة الذرية • ومادمنا نعيش فى هذا العالم غير المستقر المهدد بالدمار فاننا نحتاج الى تهيئة الظروف الملائمة لنمو أطفالنا عن طريق اعطاء اهتمام أكبر للموضوعات التى تبعث فى نفوسهم الطمأنينة والاستقرار • فماالذى نستطيع أن نفعله لكى نوفر لأطفالنا الطمأنينة والأمان فى هذا العالم الثائر ؟ ماهو الدور الذى يستطيع أن يقوم به المدرس فى هذا السبيل ؟

ان هناك كثيرا من هذه الأسئلة لا نستطيع الاجابة عنها ، ولكن الذى نعرفه جيدا هو أنه من المحتم أن يتوافر فى المدرسة فى هذه الأيام بالذات الجو الصالح لمقابلة احتياجات الأطفال الانفعالية والروحية بجانب توفير احتياجاتهم البدنية والعقلية • مانوع هذا الجو ؟ انه جو يشعر فيه الأطفال أنهم ليسوا بمفردهم لأنهم يشعرون فيه أنهم جزء من المجموعة ، فهو جو يشترك فيه الأطفال فى تخطيط كل مايجرى من نشاط كما يشتركون فى تنفيذ هذه الخطط ، انه جو يشجع الأطفال على أن يقوموا بنصيبهم وأن يبذلوا طاقتهم لمساعدة الآخرين والتعاون معهم ، وأن يستخدموا كل طاقاتهم وامكانياتهم الى أقصى حد ممكن • انه جو يشعر فيه الأطفال أنهم موضع آمال وطنهم وأهليهم •

ويكتمل شعور الأطفال بالأمن اذا أحسوا عندما يغادرون منازلهم فى الصباح أنهم ذاهبون الى مكان جوه لا يتناقض مع الجو الذى يعيشون فيه فى منازلهم • فماالذى يمكن عمله لتوثيق الصلة بين المنزل والمدرسة ؟ ان أول مايساعد على ايجاد هذه الصلة هو تحقيق التفاهم بين آباء التلاميذ ومدرسيهم • لا شك أن اختلاف اتجاه الوالد والمدرس فى تربية الطفل يؤدى بلا شك الى عدم استقرار الطفل واضطرابه ، على أنه اذا اشترك الاثنان فى وضع خطة لمقابلة احتياجات الأطفال باتفاق تام بينهما أمكن توفير جو من الطمأنينة ينمو فيه الطفل نموا سليما • لا شك أن كثيرا من أنواع الانحراف وعدم الاستقرار الانفعالى عند الأطفال يعزى الى عدم تفاهم المنزل والمدرسة • ان توثيق الصلة بين هذين العاملين الأساسيين فى تربية الطفل كفيل بتهيئة الجو الملائم لنمو الطفل واشعاره بالأمن • قد لايكون الاتفاق تاما فى بعض النواحى • ولكن لاشك فى أهمية وجود الاحترام المتبادل ، وأن تكون حاجات الطفل هى الهدف الأول •

ان الاعتبار الأول الذى يجب أن نراعيه هو الاهتمام بمعالجة مشكلات الأطفال ، وأن نعمل دائما على أن نكتسب المهارة اللازمة لمقابلة احتياجات الطفل • ولابد من القول اننا لن نكون عادلين مع الأطفال اذا حاولنا اخفاء بعض الحقائق عنهم • حقا ان مستقبل العالم اليوم لايدعو كثيرا الى الاطمئنان وقد يكون من الضرورى أن نهيىء أنفسنا ونربى أطفالنا للحياة فى عالم هذا طبيعته • ولن نكون ناجحين فى ذلك اذا ماتركنا أطفالنا يعيشون فى جهل مطبق بالأسلحة الذرية وغيرها من أسلحة الدمار • ان فى حياتنا اليومية مع الأطفال الكثير

مما يمكن عمله عن طريق التدريس الجيد الواعى لازالة مخاوف الأطفال ومساعدتهم على التكيف مع عالم اليوم . فمما لا شك فيه أن المخاوف تنبع دائما فى الجهل .

ماهى اذن بعض الأهداف التى نستهدفها من تدريس الطاقة الذرية فى منهج المرحلة الابتدائية ان تحديد أهدافنا له أهمية كبيرة كما سبق وأكدنا فى أكثر من مناسبة ، لأنها هى التى تحدد اختيار موضوعات الدراسة وطريقة التدريس . اليك بعض هذه الأهداف :

اثارة الميل لدراسة ومناقشة الطاقة الذرية .
معرفة بعض الأسس العلمية .

تهيئة الفرصة لتكوين اتجاهات مرغوبة نحو التعاون مع الآخرين .

تنمية اتجاهات بناءة نحو استخدام الطاقة الذرية استخداما حكيما .

والواقع أن التضارب شديد بين آراء أقطاب التربية حول الموضوعات التى يجب أن يتناولها تدريس الطاقة الذرية فى المرحلة الابتدائية ، وسواء أكانت هذه الوحدة ضمن المنهج أم كانت وحدة مستقلة خارج المنهج ، فانه يمكن ربطها بالمواد الاجتماعية أو مع وحدة التغيرات الكيموية أو الكهرباء حسب اختيار المدرس . وقد راعينا كل هذه الاحتمالات فى وضع مقترحاتنا .

اننا نعتقد أن هناك بعض المناشط التى يجب أن يقوم بها الأطفال لاشباع تطلعهم نحو الطاقة الذرية وعلاقتها بهم وبمستقبلهم وبعض هذه المناشط يتناول بعض الحقائق عن الذرات والجزيئات والطاقة الذرية ، وبعضها يستهدف اكتساب اتجاهات سليمة نحو الغير من زملائهم ومن سكان العالم ، هذا بالاضافة الى غير ذلك من الاتجاهات مثل الاتجاه نحو التفكير العلمى وهو الأسلوب الذى أدى الى تحقيق كل هذا النصر فى عالم الذرة والطاقة الذرية . ومن المهم أن تبرز للأطفال أن علماء من دول العالم كافة قد أسهموا فى تحقيق هذا النصر .

وطبيعى أن مايدرس للأطفال عن الذرة يجب أن يكون بسيطا ومناسبا لمستوى طفل المرحلة الابتدائية . أما عن كيفية تناول موضوعات الكشوف والتفسيرات العلمية فتتوقف على مدى اهتمام الأطفال واستعداداتهم . وفى دراسة التركيب الداخلى للذرة غالبا ما يكون ذلك أعلى من مستوى تلاميذ المرحلة الابتدائية . وقد يستطيع فقط الأطفال الذين يبدون اهتماما شديدا وتتوافر لهم الاستعدادات المناسبة القيام ببعض أوجه النشاط المقترحة . والفصل السابق خاص بالمدرس الذى يرغب زيادة معلوماته عن هذا الجانب المهم من العلوم ، وليس المفروض أن يعتبره المدرس مصدرا للمعلومات التى تعطى للأطفال .

عمل بعض التجارب لدراسة الطاقة

ان كثيرا من التجارب المقترحة فى فصل ١٦ الخاص بالتغيرات الكيموية له فائدة كبيرة فى دراسة الذرة وخواصها . وكذلك التجارب المقترحة فى فصل المغناطيسية والكهربا . فاذا كان الأطفال قد قاموا باجرائها فعلا فيحسن أن نذكر الأطفال بها وأن نستعرضها للاجابة عن هذه الأسئلة : ماالذى يمكن استخلاصه من هذه التجارب مما يتعلق بالذرة والطاقة ؟ ماهى أنواع الطاقه التى نستخدمها اليوم ؟ كيف غيرت أنواع الطاقة المختلفة من أساليب حياتنا ؟ ماهو التغيير الذى تعتقد أن الطاقة الذرية ستحدثه فى حياتنا ؟ .

استخدام الكتب

يجد المدرس فى كثير من كتب العلوم أشكالا توضحية للذرة وتركيبها وغير ذلك من المعلومات . ويستطيع الأطفال عمل أشكال مكبرة منها على السبورة أو على الورق للرد على أسئلة من النوع الآتى : كيف تتشابه ذرات العناصر المختلفة ؟ ،

كيف تختلف ؟ كيف تتشابه الذرة من الداخل مع المجموعة الشمسية ؟ .

ويجب أن نذكر دائما أن مثل هذه الأسئلة توجه فقط الى الأطفال ذوى الاهتمام والميل والقدرة المناسبة لدراسة مثل هذه الموضوعات .

ويمكن الاستعانة ببعض الكتب للاجابة عن الأسئلة المتصلة بالطاقة الذرية مثل : ماهى بعض استعمالات الطاقة الذرية ؟ أين يوجد خام اليورانيوم ؟ .

تتبع الموضوعات المتصلة بالوحدة

قد يجد أطفال المدرسة الابتدائية صعوبة فى تتبع بعض ماينشر فى المجلات عن الطاقة الذرية وقد يجده البعض الآخر سهل الاستيعاب . ويمكن تكليف لجنة من الأطفال باعداد لوحة اخبارية توضع فى احدى طرقات المدرسة وتوضع عليها المعلومات التى يجمعها الأطفال من المجلات والجرائد عن الطاقة الذرية . ويمكن للمدرس أو أحد التلاميذ قراءة مايجده الأطفال فى المجلة ثم يترك للأطفال أن يقرروا هل المقالة تستحق أن توضع على اللوحة الاخبارية أم لا . (يجب أن تكون العبارات التى تنشر سهلة وواضحة) ويمكن وضع خطوط بالقلم الأحمر تحت الأجزاء الهامة منها .

استعراض أعمال علماء الذرة

يجد الأطفال فى الكتب والمجلات والجرائد ودوائر المعارف الكثير من أخبار العلماء الذين أسهموا فى النواحى المختلفة من بحوث الذرة . وقد يرغب الأطفال فى أن يزيدوا معلوماتهم عن هؤلاء العلماء ، كيف وأين قاموا ببحوثهم ، وماهى النتائج الهامة لبحوثهم . وكذلك يجب أن يلم الأطفال ببعض مايجرى على المستوى المحلى من بحوث متصلة بالموضوع . ويمكن الاستعانة بمدرس المدارس الثانوية فى هذا الموضوع . ومن المهم أن يدرك الأطفال كيف أن كل عالم يستخدم فى بحوثه النتائج التى توصل اليها غيره من العلماء . وان الكثير من علماء الدول المختلفة قد ساهموا وتعاونوا فى بحوث الذرة .

إعداد لوحة إخبارية

من نواحى النشاط الهامة اعداد لوحة اخبارية يكون عنوانها : « الطاقة : مصادرها واستعمالاتها » ويمكن أن يبين هذا النشاط أن الطاقة الذرية نوع واحد من الأنواع المختلفة للطاقة التى منها الطاقة الحرارية والكهربية والكيموية والميكانيكية وغيرها ... الخ . ويمكن أن تشمل اللوحة كيفية انتاج الطاقة ، كما يحسن الاستعانة بالصور فى توضيح استعمالات الطاقة .

استعمال عداد جيجر

اذا أمكن استعارة عداد جيجر فان الأطفال يستفيدون الكثير من استعماله فى الكشف عن بعض المواد المشعة مثل مينا الساعة المضيئة وبعض أنواع الصينى المحتوى على أملاح اليورانيوم . ويستطيع الأطفال أن يختبروا انفاذ أيديهم للاشعاع وتأثر العداد به .

كتابة التقارير

من المهم أن يكلف الأطفال الذين تتضح ميولهم نحو دراسة هذا الموضوع بكتابة تقارير وقراءتها أمام الأطفال الآخرين عن بحوث متصلة بالاستعمالات السلمية للذرة كاستخدامها فى الطب ، وعن الغواصة الذرية ، واستخدام الذرة فى الزراعة ، وعن العلماء الذين كان لبحوثهم الفضل فى كشف أسرار الذرة ، وعن مصادر اليورانيوم الخام ، وعن أعمال مؤسسة الطاقة الذرية .

مناقشات عن الطاقة الذرية

لن تخلو أى دراسة عن الطاقة الذرية من الفرص المناسبة لمناقشة تطبيقاتها وآثارها الاجتماعية • وهذا يربطنا مباشرة بالمواد الاجتماعية ، ويبين كيف أن مادتى العلوم والمواد الاجتماعية كثيرا ماتلتقيان • لقد أكدنا أكثر من مرة أهمية الاتجاه العلمى نحو تناول الموضوعات من شتى نواحيها وجوانبها ، ونحو اتساع الأفق العقلى وعدم التعصب واحترام وجهة نظر الغير • هنا فرصة مناسبة لاستخدام هذه الاتجاهات فى مناقشة مسئولية تملك المعلومات عن الطاقة الذرية وأهمية التعاون الدولى فى هذا المضمار • لقد أكدنا أكثر من مرة أهمية تنشئة الأطفال فى جو اجتماعى سليم وتنمية اتجاهاتهم نحو استخدام الطاقة الذرية والتحكم فيها •

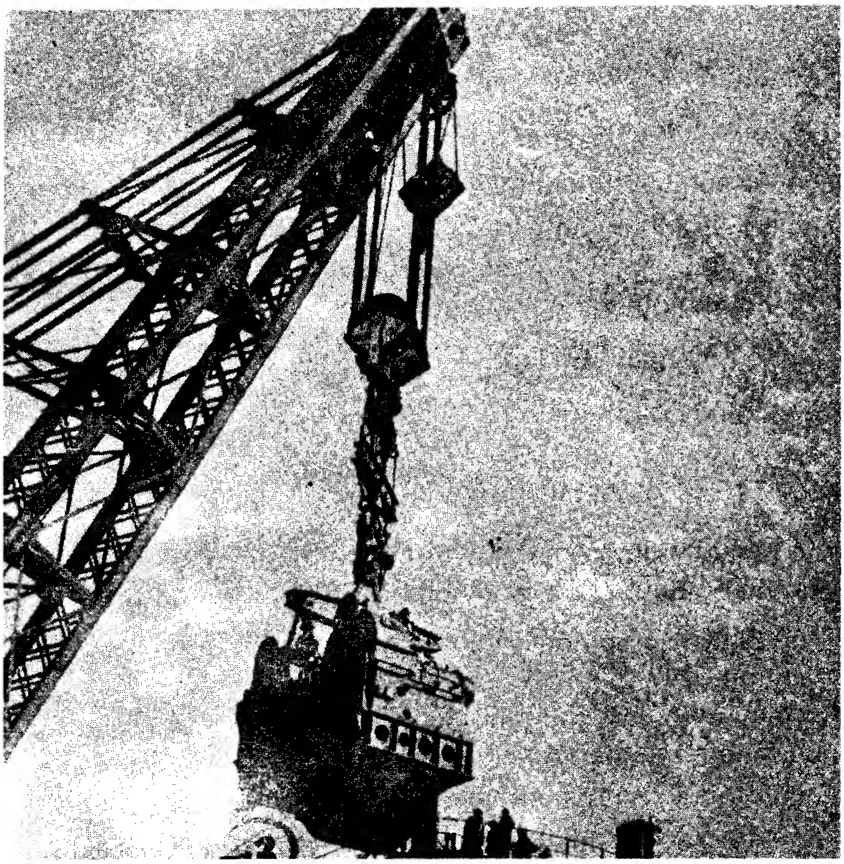
مصادر لبحثها

١ ـ مؤسسة الطاقة الذرية ـ (انشاص) •

٢ ـ كلية الهندسة أو أحد المعاهد الصناعية لفحص عداد جيجر •

٣ ـ مجلات وجرائد للبحث عن استخدامات الطاقة الذرية وغيرها من أخبار الذرة •

٤ ـ بعض الجهات التى تجرى بحوثا فى الزراعة أو الصناعة أو الطب عن استعمال الذرة فى هذه الميادين •



الفصل العشرون - ٢

الآلات وكيف تعمل

تؤدى الآلات الكثير من الأعمال للانسان ٠ ويكفى أن تتجول فى شوارع المدينة لترى الآلات وهى ترفع الأثقال ، أو تجر العربات ، أو تحفر الأرض ٠٠٠ الخ ٠ يمكنك القيام بزيارة مصنع لترى المكنات وهى تدور لتعد المنتجات المختلفة ٠ لاحظ أيضا الآلات التى يستخدمها الأطفال فى لعبهم أثناء القفز والانزلاق والتأرجح ٠٠٠ الخ ٠

الآلات البدائية

نحن لا نعرف بالتحديد نوع الآلات التى استخدمها الانسان الأول ، ولعل أول ما استعمل الانسان هو العصا التى كان يدافع بها عن نفسه ضد الحيوان المتوحش ٠ فالعصا عبارة عن آلة بسيطة تسهل للانسان القيام ببعض الأعمال وتمكنه من استخدام قوة فى تأدية عمل لصالحه ٠

وأصبحت العصا أكثر فائدة للانسان عندما ثبت على طرفها قطعة من الحجر المسنن فأصبحت تشبه « البلطة » ، اذا كانت حادة من الجانب ، أو الرمح اذا كانت حادة مدببة الطرف .وقد ساعده ذلك على تحسين أسلوب حياته والسيطرة على بيئته ٠ وعندما استعان الانسان بفرع شجرة طويل ليزحزح حجرا ثقيلا من مكانه فقد كان فى طريقه لاختراع الرافعة التى أصبحت تستخدم فى آلاف الأغراض ٠ ومن دراساتنا لمخلفات انسان العصر الحجرى الذى عاش مابين سنة ٦٥٠ر٠٠٠ ق٠م٠ حتى سنة ٣٠٠٠ قبل الميلاد ، عرفنا أنه استخدم الخشب والعظام والأحجار أو

العاج لصناعة البلطة والشاكوش والسكين والحربة والسهم والفأس والمثقاب والمنشـــار والدبابيس والابر وغيرها من الآلات ٠

وفى بداية عصر المسيحية كان الانسان قد عرف البكرة واللولب والرافع ٠ وقبل ذلك بوقت طويل استخدم الانســـان العجلات التى أحدثت ثورة فى النقل والمواصلات والتى بدونها ماكان من الممكن قيام آلاتنا الحديثة ٠ ولدينا أدلة كثيرة على استعمال العجلات منذ قديم الزمان ، ومنهـــا آثار قدماء المصريين التى أثبتت أن الانسان قد عرف العجلات من عدة آلاف السنين قبل الميلاد ٠ ولكن الهنود الحمر الأمريكيين لم يعرفوها ٠

الآلات البسيطة

الواقع أن تركيب الســاعة المعقـد والآلات المتعددة التى تتركب منها السيارة والمصنع ماهى الا مجموعات من أنواع محدودة بسيطة من الآلات التى من ضمنها الرافعة والبكرة والترس والعجلة واللولب والوتد ٠٠٠٠ الخ وتخدم هـذه الآلات أحد الأغراض الثلاثة الآتية :

١ ــ زيادة السرعة مثل : (مضرب البيض وبدال الدراجة) ٠

٢ ــ زيادة القوة مثل رافعة السيارة ٠

٣ ــ تغيير اتجاه القوة مثل البكرة المفردة ٠

وتخدم بعض الآلات غرضين من هذه الأغراض فى آن واحد ؛ فبعضها يستطيع أثناء قيامه بتغيير اتجـاه القوة أن يقـوم فى نفس الوقت بزيادة السرعة أو زيادة القوة ٠

وحبذا لو قمت بفحص الآلات المختلفة التى تشاهدها كل يوم لمحاولة تحديد هذه الأغراض الثـلاثة التى تخـدمها الآلة ٠ والمهم أن نتذكر أن هـذه الآلات لا تولد طاقة ولكنها تستخدم الطاقة التى تزود بها ٠



يستطيع الطفل أن يرفع مدرسته اذا كان ذراع الرافعة طويلا بدرجة كافية ٠

الروافع

كم يبتهج الأطفال عندما يخبرهم المدرس أن بوسعهم أن يرفعوه ٠ ان كل مايحتاجون اليه هو كتلة طويلة من الخشب طولهـــا حـوالى مترين وقالب من الطوب يوضع تحت اللوح الخشبى بالقرب من أحد أطرافه الذى يقف عليه المدرس ويطرب الأطفال عندما يستطيع واحد منهم أن يرفع المدرس الواقف على الطرف القصير اذا وقف التلميذ على الطرف الطويل ٠ وباستخدام هذه الآلة البسيطة التى نسميها بالرافعة ، نكون قد تمكنا من زيادة القوة ٠

واذا كان القالب الطوب مثبتا على بعد أقل من نصف متر من أحد الأطراف الذى يقف عليه المدرس فان الطفـل الواقف فى الطرف الآخـر يستطيع بقوة لاتزيد على ٢٠ كيلو جراما أن يرفع المدرس اذا كان وزنه ٦٠ كيلو جرام فكان قوة الطفل قد زيدت ثلاثة أضعاف ٠ والنسـبة بين الوزنين متناسبة مع المسافة من القالب وطرفى الكتلة الخشبية ٥ر٠ : ٥ر١ وتعرف النقطة التى ترتكز عندها الكتلة الخشبية على القالب بمحور الارتكاز ٠ ويلاحظ أن طرف الذراع الذى يقف عليـــه الطفل ثلاثة أضـعاف طول الذراع الذى يقف عليه المدرس ٠

هل هو سحر ؟ انه يبدو كما لو كنا نحصل على شىء من لا شىء ، فهنا نستغل ٢٠ كيلوجراما فى رفع ٦٠ كيلو جراما ٠ وهذا حقيقي ولكنه ليس



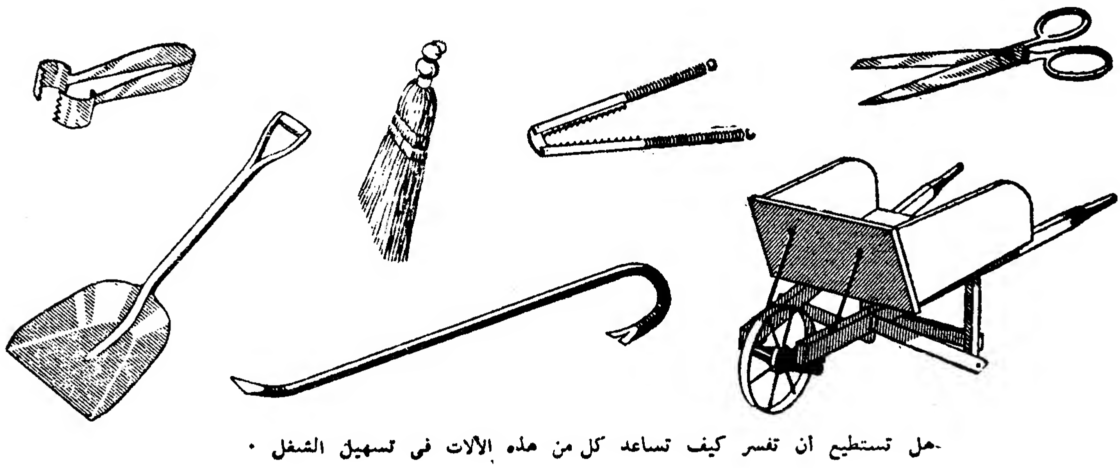
تستخدم الروافع هنا لأداء نوعين مختلفين من العمل · وتعتمد طريقة استخدامها على كمية القوة اللازمة وكذلك على مدى مناسبة الرافعة ·

كل الحقيقة ، فاذا لاحظت الرافعة فى أثناء عملها فستلاحظ أننا لكى نرفع المدرس سنتيمترا واحدا لابد أن يخفض الطفل الذراع الذى يقف عليه ثلاثة سنتيمترات · وبمعنى آخر فان القوة يجب أن تعمل خلال مسافة يبلغ طولها ثلاثة أضعاف المسافة التى تتحرك فيها المقاومة (المدرس) · فالطفل يكتسب قوة ولكنه يفقد مسافة ·

ففى المثل السابق اكتسبنا قوة وفقدنا مسافة ، ولكن هناك شيئا واحدا لم يتغير ، هو الشغل · ان الاصطلاح « الشغل » عند علماء الطبيعة يعنى « قوة خلال مسافة » فمقدار الشغل الذى يبذله الطفل هو حاصل ضرب القوة (٢٠ كيلوجراما) × المسافة (٣ سم) قارن هذا العمل الذى تأثر به المدرس ٦٠ كيلو جراما × ١سم · ستجد أن النتيجة واحدة ، أى تساوى مقدار العمل فى الحالتين ·

ويلخص علماء الطبيعة ذلك قائلين ان : الشغل المبذول = الشغل الناتج · وهذا صحيح اذا لم يدخل فى الأمر اعتبارات أخرى مثل قوة الاحتكاك ؛ ففى المثال السابق يكون العمل المبذول بواسطة التلميذ أكثر قليلا من العمل الناتج بسبب احتكاك اللوح الخشبى مع القالب فى أثناء الحركة ·

والروافع شائعة الاستعمال ، فعند استخدامها فى رفع حجر أو وتد من الأرض كما يرى فى الشكل فاننا نستخدم نفس القاعدة التى استخدمها الطفل لكى يرفع المدرس · وكذلك عندما يستخدم الشاكوش لنزع مسمار من الخشب فان الشاكوش يعمل عمل الرافعة التى يمثل فيها المسمار المقاومة ونقطة تلامس الشاكوش مع الخشب تمثل محور الارتكاز وتعمل اليد فى نهاية ساق الشاكوش عمل القوة ·



هل تستطيع أن تفسر كيف تساعد كل من هذه الآلات فى تسهيل الشغل ·

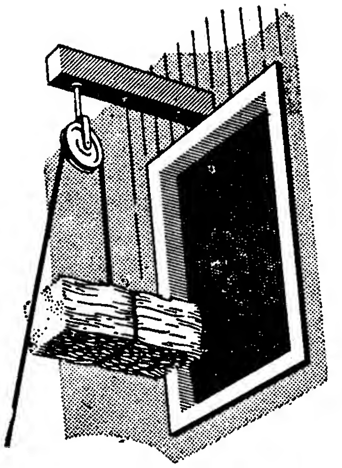
وفى أنواع أخرى من الروافع قد لايكون محور الارتكاز بين القوة والمقاومة • ففى الشكل أعلى الصفحة السابقة حيث يحاول الرجل رفع الوتد يكون محور الارتكاز فى أحد الأطراف حيث ترتكز الرافعة على كتلة من الخشب ، وهنا تكون النسبة بين مايبذله الرجل من قوة مقدار المقاومة مساوية للنسبة التى بين بعد محور الارتكاز عن يد الرجل وبعد محور الارتكاز عن الوتد • وباستخدام الرافعة هنا تزداد القوة التى يبذلها الرجل بسبب زيادة طول ذراع القوة عن ذراع المقاومة •

ولكن فى بعض الأحيان نستعمل عن قصد رافعة تبذل فيها قوة أكبر من المقاومة • ومثال هذه الرافعة سنارة السمك حيث يكون محور الارتكاز هو نقطة ارتكاز الرافعة على جسم الصياد (يمكن تمثيل ذلك باستخدام قلم رصاص بدلا من سنارة) ، وتكون القوة دائما أكبر من وزن السمكة لأن ذراع القوة أقصر من ذراع المقاومة • ولكن فى مقابل ذلك يستفيد الصياد من « السرعة » حيث يمكن بهذه الطريقة رفع السمكة من الماء بسرعة فلا تجد فرصة للتخلص من خطاف السنارة لأنه بتحريك القوة (اليد) سنتيمترا واحدا تتحرك المقاومة (السمكة) عدة سنتيمترات •

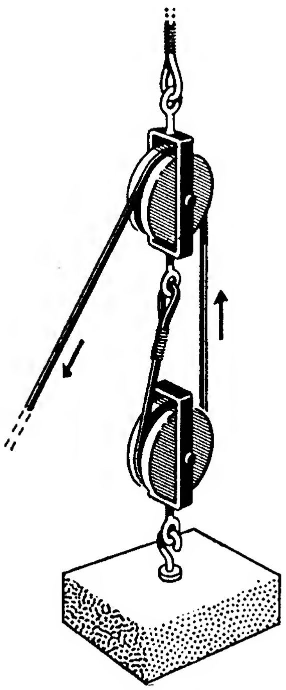
البكرة

لقد شاهدنا جميعا كيف نرفع العلم على الصارى عند تحية العلم فى الصباح • هناك على قمة الصارى توجد بكرة يدور حولها الحبل • بهذه الطريقة يكون من السهل رفع العلم دون حاجة الى تسلق الصارى •

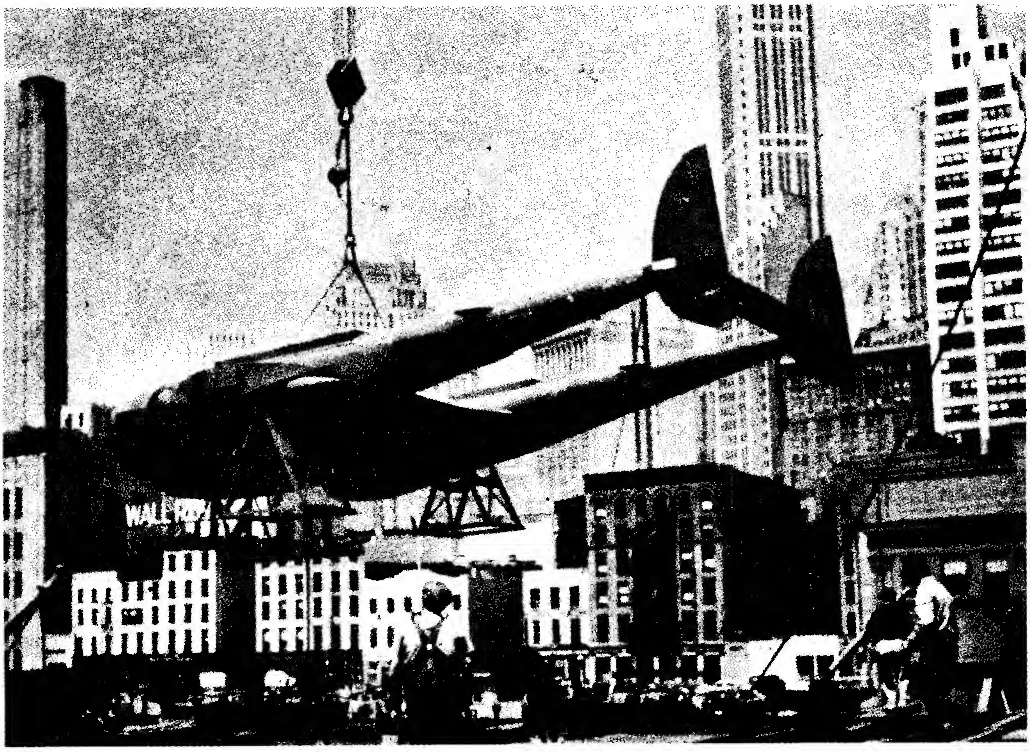
وتستخدم البكرات فى أغراض متعددة فبواسطة البكرات يرفع قلع المركب على الصارى والبضائع من السفن الى « الأرصفة » أو العكس كما تستخدم البكرات فى المصانع والمجارى والجاراجات ــ وبعض أنواع السبورات فى حجرات الدراسة بالمدرسة تتحرك الى أعلى وأسفل على



البكرة الواحدة لاتضاعف القوة أو السرعة ولكنها وسيلة تيسر رفع الأثقال والأعلام والشراع •



باستخدام هذا الترتيب من البكرات يمكن اكتساب القوة على حساب المسافة • فلابد أن يشد الرجل الحبل قدمين ليرتفع الثقل قدما واحدة ولكنه يستطيع أن يرفع ثقلا ضعف الثقل الذى يستطيع رفعه ببكرة واحدة تقريبا •



تستخدم البكرات فى أغراض كثيرة فى الميناء .

بكرات يمر عليها سلك صلب يثبت السبورة من أعلاها فى أحد أطرافه ، وفى الطرف الآخر كتلة حديدية كبيرة وبهذه الطريقة يمكن رفع السبورة بأقل جهد . ويوجد بعض أنواع من النوافذ تعمل بهذه الطريقة .

والواقع أن البكرة لا تقلل من القوة التى يجب أن تبذل ، أو بمعنى آخر لا تزيد من تأثير القوة التى يبذلها الانسان ولكنها تسهل العملية. فالقوة التى تبذل فى رفع ثقل بواسطة بكرة تساوى وزن هذا الثقل ، بل ربما أكثر منها ، بسبب الاحتكاك بين البكرة والحبل . ولكن رفع الثقل بهذه الصورة ، أى عن طريق الجذب الى أسفل أسهل من رفعه مباشرة بدون بكرة عن طريق الشد الى أعلى . وأحد الأسباب التى تساعد على ذلك هو أننا نستغل وزن الجسم كله فى عملية جذب الحبل الى أسفل .

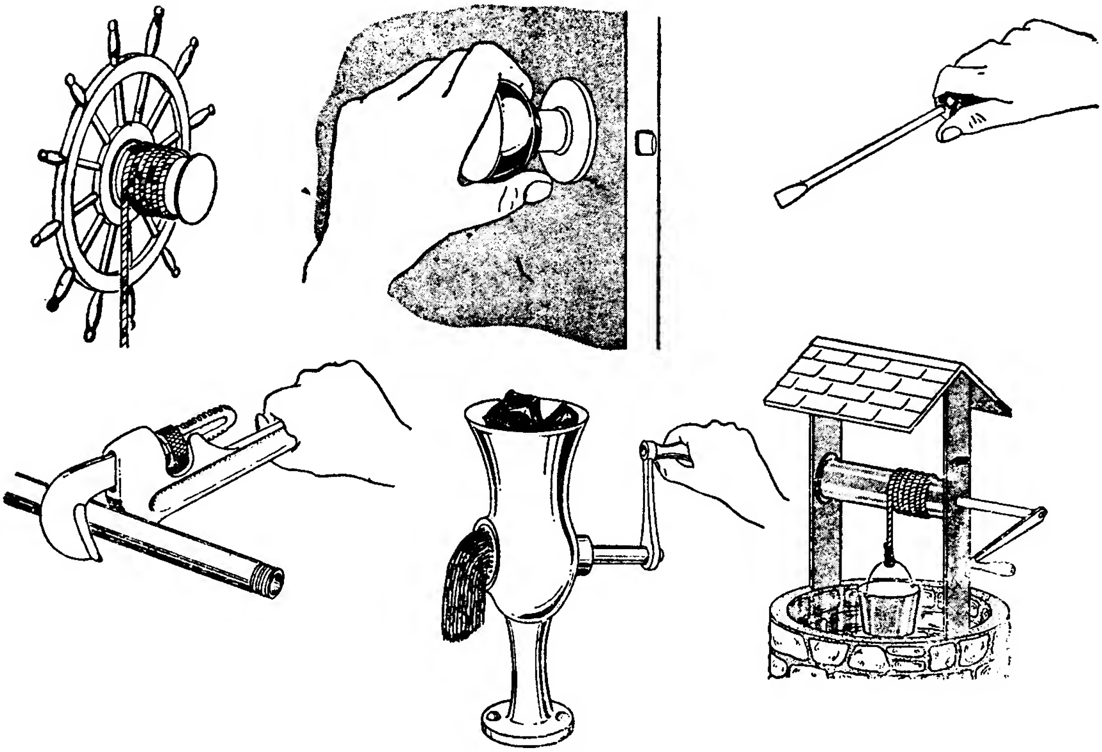
وقد نلجأ الى استخدام أكثر من بكرة واحدة ، وتسمى المجموعة من هذه البكرات البكرة المركبة وفى هذه الحالة يزداد تأثير القوة المستعملة فيمكن باستعمال البكرة المركبة رفع ثقل يزن ١٠٠ رطل باستخدام قوة قدرها ٥٠ رطلا على فرض أننا أهملنا قوة الاحتكاك . ولعلك تذكر أننا لكى نستعمل قوة أقل من المقاومة يجب أن يزداد ذراع القوة عن ذراع المقاومة ، وينطبق هذا هنا أيضا ، فالرجل يجب أن يجذب الحبل مترين الى أسفل ليرفع الثقل مترا واحدا .

وتستخدم البكرات المركبة أو مجموعات منها فى تحريك الأجسام الثقيلة ، وكلما ازداد عدد البكرات قلت القوة اللازمة ، ولكن زيادة عدد البكرات يقف تأثيره عند حد بحيث اذا زاد عنه فان مقاومة الحبل والاحتكاك مع البكرة تصل الى حد تصبح معه القوة اللازم بذلها أكبر من المقاومة .

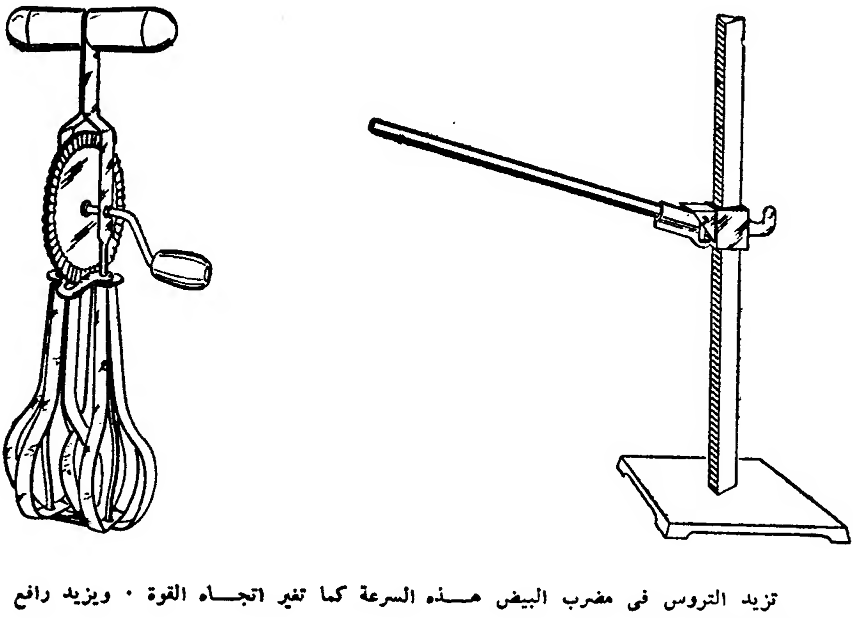
وتستخدم مجموعات البكرات والحبال فى رفع وخفض قوارب النجاة فى السفن ، وفى رفع مواد البناء فى العمارات الجديدة .

العجلة والمحور

فى كل مرة تدير أكرة الباب فأنت تستعمل مانسميه « بالعجلة والمحور » ، ويمكنك أن تقدر

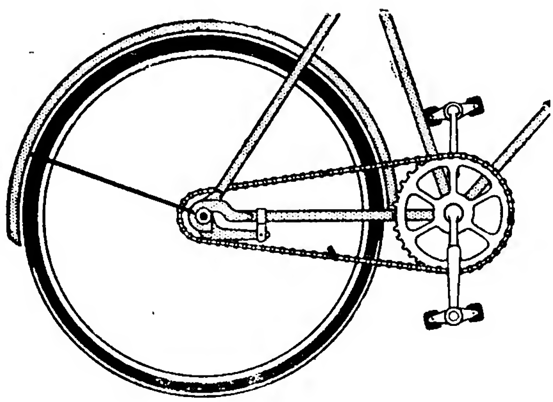


تستخدم هذه الآلات فكرة العجلة والمحور، وفيها جميعا تضاعف القوة بسبب المسافة ·



تزيد التروس فى مضرب البيض هـــذه السرعة كما تغير اتجـــاه القوة · ويزيد رافع السيارة القوة ·

فائدة العجلة اذا نزعت رأس الأكرة وحاولت فتح الباب بأصابعك . ولكن اذا ثبت رأس الأكرة مرة ثانية على المحور تضاعفت القوة المستعملة ، فان أقل قوة تؤثر بها فى حافة العجلة تنتقل لتؤثر بقوة أكبر فى المحور . والمحور بدوره يحرك لسان قفل الباب . وعجلة القيادة فى السيارة مثال آخر لاستخدام العجلة والمحور ، وبديهى أنه لابد من ادارة عجلة القيادة مسافة طويلة لكى تحرك الاطارات الأمامية مسافة بسيطة ، ولكن القوة المبذولة تكون قليلة .



كم آلة بسيطة تدخل لتنقل القوة من قدمك الى عجلة دراجتك ؟ هل تستطيع أن تحدد الأماكن التى تكتسب فيها القوة على حساب المسافة ، والأماكن التى تكتسب فيها المسافة على حساب القوة ؟ .

والمفك عندما يستخدم فى فك مسمار محوى أو ربطه يكون عبارة عن عجلة ومحور ، فان يد المفك تعمل عمل العجلة والساق المعدنية للمفك تعمل عمل المحور . وهناك خلاف المفك أدوات كثيرة يبنى عملها على فكرة العجلة والمحور ، ومنها مكنة صيد السمك ، مفراة اللحم (فيما عدا أن العجلة فى حالة المفراة قد استبدلت بيد أو ذراع) وكذلك مبراة الأقلام الرصاص الكبيرة ذات اليد ، وطاحونة البن وفتاحة العلب والمفتاح الانجليزى والمثقاب ، فكل هذه أمثلة لاستخدام العجلة والمحور ، وفى جميع الحالات تتضاعف القوة التى يبذلها الانسان فى تحريك العجلة ، وتصبح اضعافا على المحور فتتغلب على مقاومة كبيرة .

ويمكن نقل القوة بواسطة « سير » من عجلة الى أخرى ، ولا شك أنك شاهدت هذه العملية فى كثير من الآلات والمصانع ومحلات الحدادة والبرادة، وعند محل طحن البن ... الخ ، وهنا يقوم السير (بشكل اطار متصل) يجرى على عجلتين تدار احداهما بمحرك كهربى ، ويقوم السير بتحريك عجلة أخرى تبعد عنها ، وعندما تتحرك العجلة الثانية يدور محورها فتقوم بادارة الآلة المطلوب تشغيلها .

التروس

يمكن نقل القوة من عجلة الى أخرى بواسطة أسنان متداخلة على محيطهما ، وتسمى هذه العجلات المسننة بالتروس (وهى فى الواقع نوع من العجلة والمحور) . وفائدة التروس ، كما هى الحال فى الآلات الأخرى ، اما أن تكون زيادة السرعة ، واما زيادة القوة ، واما تغيير اتجاه القوة.

ولعل فى فحص مضرب البيض مايساعدك على أن تفهم فكرة التروس وكيفية عملها. فالمضرب له عجلة كبيرة ولها يد لادارتها ، كما توجد عجلة أخرى صغيرة مسننة . أدر العجلة الكبيرة ولاحظ العجلتين ، تلاحظ أن العجلة الصغيرة تدور بسرعة أكبر من العجلة الكبيرة . تأمل العجلتين وحاول معرفة السبب ستجد أن تروس العجلة الكبيرة تتداخل مع تروس العجلة الصغيرة التى تدير المضرب . فالعجلة الصغيرة تعمل عدة دورات فى الوقت الذى تعمل فيه العجلة الكبيرة دورة واحدة.

حاول احصـــاء عدد الدورات التى يعملها الترس الصغير كلما دار الترس الكبير دورة واحدة بوضع علامة على محيط الترس الصغير ، وفى بعض أنواع مضـارب البيض يتحرك الترس الصـــغير خمس دورات كلما تحرك الكبير دورة واحـــدة ، وهكذا تسـاعد التروس على تسهيل عملية خفق البيض بسرعة ، وتقوم التروس فى هذه الحالة أيضا بتغيير اتجاه تأثير القوة ، فاليد تدور فى مستوى رأسى ، فى حين أن المضرب نفسه يدور فى مستوى أفقى ٠

وأحيـــانا توصل التروس بجنزير كما فى حالة الدراجة ٠ وفى هـــذه الحالة نجد أن عجلة التروس الأمامية وهى العجلة التى تؤثر فيها القوة. نجد أن هذه العجلة أكبر من عجلة التروس الخلفية واذا أدرت العجلة الأمامية دورة كاملة تلاحظ أن العجلة الخلفية الصغيرة تدور عدة دورات ، وعلى هـذا تعطى الدورة الواحـدة التى يعملها الراكب بالبدال عدة دورات فى العجلة الخلفية للدراجة ٠ وهناك أيضـا نكون قد اكتسبنا سرعة باستعمال القوة ٠

المستوى المائل

عندما تريد رفع برميل من الأرض الى سيارة النقل فاننا نستخدم كتلتين من الخشب ترتكزان من جهة على مؤخرة السيارة ، ومن الجهة الأخرى على الأرض ، ثم ندحرج البرميل عليهما ، فى هذه الحـالة نكون قد اسـتعملنا مانسميه « بالمستوى المائل » ٠ لماذا يكون الجهد المطلوب بسيطا فى هذه الحالة ؟ هل نقوم ببذل قوة أقل فى هذه الحالة ؟ اذا ذكرنا تعريفنا للعمل وهـــو آنه قوة مبذولة لمسافة معينة ، فاننا نجد أن العمل الذى نبذله فى دفع البرميل على المستوى المائل هـــو نفس العمل الذى يلزم لحمله . ولـكن فى حالة المستوى المائل نبذل قوة أقل لمسافة أطول ، ويكون العمل أسهل لأنه فى أى وقت واحد يكون معظم الثقل على كتلتى الخشب وجزء قليل منه على عضلات الرجل الذى يدفعه . فالمستوى المائل هنا يعمل على اتمام العمل تدريجيا ٠

وقديما قام قدماء المصريين باستخدام المستوى المائل فى بناء الهرم فكانوا ينتقون طريقا متدرج الارتفاع من الرمل تسحب عليه الأحجار الضخمة ، وكلما انتهى العمل فى بناء طبقة من طبقات الهرم يزداد ارتفـاع الطريق المائل تدريجيا وهـكذا ٠ والواقع أننا نستخدم المستوى المائل فى أغراض متعددة ، فالسلالم التي نصـــعد عليها فى المبانى هى عبارة عن مستوى مائل مقسم الى درجات مما يسهل عملية الصعود ٠ كذلك عند بناء الطرق التى تمر ببعض المرتفعات يراعى التدرج فى انشـائها لتسهيل الصعود والهبوط منها ٠

الأجنة وو تد الحطاب

الأجنة أو الوتد الذى يستعمله الحطاب عبارة عن مستويين مائلين فى جهتى الوتد ٠ وتسـتخدم الأجنة المصنوعة من الحديد فى فلق كتل الخشب فيضعها الحطاب فى وسط كتـلة الخشب ويطرق عليها بمطرقة ثقيلة فتنشق الكتـلة الخشـبية الى كتلتين ٠ وتعتبر البلطة أيضا والسكين والمسمار من أمثلة المستويين المائلين ٠ وفى جميـع الحالات يحتاج الأمر الى بذل قوة بسيطة توزع على مسافة طويلة فتسهل العمل ٠

البريمـــة

الواقع أن البريمة عبـارة عن مستوى مائل ملتو . ويمكنك آثبات ذلك بنفسك بالطريقة الآتية:

قص قطعة مستطيلة من الورق ثم اقسمها عند أحد أقطار المستطيل الى قسمين يصبح مكان القطع عبارة عن مستوى مائل • خذ المثلث الأيمن ولفه حول قلم رصاص مبتدئا بالضلع اليمنى يصبح المستوى المائل شبيها بالبريمة حيث يأخذ شكل حلزون حول القلم الرصاص •

وكما فى الوتد أو الأجنة تضاعف القوة فى البريمة عن طريق استغلال المسافة • وتستعمل أحيانا آلة لرفع المساكن الخشبية المراد نقلها من مكان الى آخر ، وتقوم فكرة هذه الآلة على نظرية البريمة ، فهى تتركب من مسمار كبير محوى رأسى له « صامولة » ثابتة ، ويرتكز الثقل المراد رفعه على رأس المسمار المحوى • ويمكن ادارة المسمار بيد خاصة فيرتفع الى أعلى حاملا الثقل الذى فوقه • ويلاحظ أن الدورة الكاملة للمسمار قد ترفع الثقل ¼ بوصة • والفائدة هنا هى أننا بقوة بسيطة ذات ذراع طويلة نستطيع أن نرفع ثقلا هائلا لمسافة بسيطة •

وهكذا تسهل لنا البريمة العمل عندما نرغب فى رفع ثقل كبير عندما تكون القوة المتيسرة بسيطة وتستخدم بعض أنواع البريمة فى رفع السيارات لتغيير اطاراتها ، وكذلك فى رفع عربات السكة الحديد والقطارات عن القضبان أو اعادتها لها •

الاحتكاك

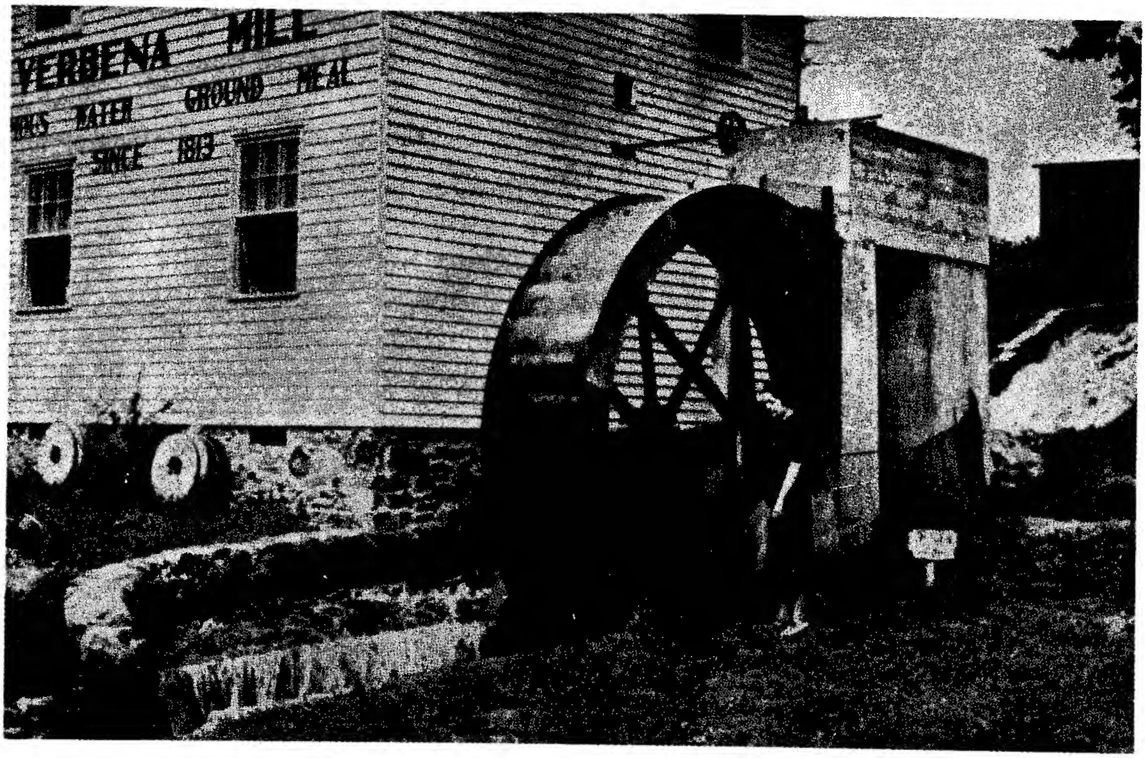
يحدث الاحتكاك عند تحرك جسمين متلامسين وتتولد عن ذلك حرارة يمكنك أن تشعر بها عندما تدلك يديك معا • وفى معظم المكنات تصير الحرارة المتولدة طاقة مفقودة • وفضلا عن ضياع هذه الطاقة الحرارية دون فائدة فان الحرارة قد تؤثر تأثيرا ضارا وتتلف الآلة • فاذا لم نعتن بتشحيم تروس المكنات ومحاورها والأجزاء التى تدور بها فانها تتآكل أو تنصهر •

ولكن كيف يحدث الاحتكاك ؟ ان فحص سطح جسم بعدسة مكبرة ، ولو كان يبدو بالعين المجردة أملس تماما ، فانه يبدو تحت العدسة المكبرة كثير التعاريج ، وعبارة عن مرتفعات ومنخفضات ، وينشأ الاحتكاك نتيجة تصادم وتمزيق هذه الأسطح المتعرجة • ويقال ان هذا الاحتكاك يتولد عن قوة التجاذب التى تتولد بين جزيئات السطحين المحتكين ، وهذه القوة هى نفسها التى تجعل الماء يعلق بيدك بعد الغسيل

ويخفف الاحتكاك فى المكنات باستعمال العجلات والرومان بلى وبالتشحيم ، فالعجلات العادية فى وسائل النقل تقلل من الاحتكاك بين الجسم المتحرك والأرض (قارن مقدار الاحتكاك هنا بالاحتكاك بين الزحافات والأرض) ويمكن أن تقلل من الاحتكاك بين العجلة ومحورها بواسطة كرات صغيرة من الصلب تعرف باسم «رومان بلى». وبهذه الطريقة يقل الاحتكاك الى أقل قدر ممكن ، ويقتصر على الاحتكاك بين الكرات الصلب الملساء . وتستخدم كرات « الرمان بلى » أيضا فى قباقيب الانزلاق (سكيتنج) وفى جر الأثاث والأجسام الثقيلة لتلافى الاحتكاك الناشىء عن الانزلاق •

وتقلل عملية التشحيم من الاحتكاك ، فهو من جهة يملأ الفراغات فى الأسطح المتعرجة وبهذا يمنع تصادمها • والواقع أنه فى حالة التشحيم تنزلق الأسطح على المادة المستخدمة فى التشحيم• وتقول النظرية الحديثة ان التشحيم يقلل من الاحتكاك لأنه يبعد بين السطحين •

وهناك أنواع متعددة من مواد التشحيم ، منها : الزيت ، والشحم ، والصابون ، والشمع ، والجرافيت ، ويستخدم فى تشحيم العجلات والتروس • ويجب العناية باختيار مادة التشحيم المناسبة لكل استعمال • والتشحيم لا تقتصر فائدته على توفير الطاقة لكنه أيضا يمنع تآكل أجزاء الآلة • وهذا واضح جدا فى السيارة حيث يراعى فى صناعتها أن يصل الشحم الى كل جزء فيها دائما •



تطحن طواحين الماء القديمة الجميلة المنظر الحبوب باستخدام طاقة الماء · يوجد عدد قليل من هذه الطواحين فى الوقت الحالى ·

وليس الاحتكاك ضارا على طول الخط فلولا الاحتكاك فانك لا تستطيع المشى ولا تقوى على تجنب الانزلاق · ولهذا السبب يتعذر المشى على الجليد فى المناطق الباردة · ولا تستطيع السيارة أو القطار أن تبدأ فى التحرك بدون احتكاك بين عجلاتها وبين الأرض . ولن تؤدى الفرامل وظيفتها فى السيارة بدون احتكاك ، وغير ذلك كثير من الأعمال اليومية يتوقف على الاحتكاك ، فأكرة الباب لن تستطيع القبض عليها وتحريكها بدون احتكاك، ولن نستطيع الكتابة بالطباشير على السبورة بدون احتكاك ، ولن يستطيع عازف الكمان العزف بدون احتكاك بين القوس وأوتار الكمان ·

وفى بعض الأحيان نتعمد زيادة الاحتكاك ، فلاعب البيسيبول (وهى لعبة أمريكية) يدلك يديه بالتراب ، أو مسحوق خاص لكى يتمكن من الامساك بالكرة · وفى المناطق التى يتساقط فيها الثلج ترش الطرق بالرمل أو توضع سلاسل على اطارات السيارات حتى لا تنزلق على الجليد ·

المكنات للحصول على القوة

لقد استعرضنا حتى الآن عملية مضاعفة القوة أو السرعة أو تسهيل العمل بواسطة المكنات ، ولكننا لم نتناول مصادر القوة التى تحرك المكنات نفسها ، فلنحاول الآن استعراض الوسائل التى يستخدمها الانسان فى توليد القوة التى تمكن من القيام بعمل كبير فى وقت قصير ·

ولقد كانت قدرة الانسان على أداء الأعمال محدودة عندما كان يقتصر على استعمال عضلاته فى تأدية أعماله · وقد استخدم الانسان بعض الحيوانات كالحصان والثور والفيل والجمل بدلا من الاقتصار على عضلاته الضعيفة . وقد تعلم الانسان كيف يستفيد من القوى الطبيعية فى حياته عندما أمكنه تسخير الريح ومساقط المياه وحرارة الوقود عن طريق استعمال المكنات وحديثا عندما عرف الطاقة الكامنة داخل الذرة · ويقوم العلماء حاليا بمحاولات لاستغلال طاقة الاشعاع الشمسى ، وقد نوقشت هذه المحاولات فى (فصل ١٨ أ) ·

القوارب الشراعية وطواحين الهواء : كان الانسان الأول يستخدم فى تنقلاته على سطح الماء كتلة مفرغة من الخشب بشكل قارب ويثبت على عمود رأسى فيها جلد حيوان فكان بذلك يستغل قوة دفع الريح ، وقد تطورت أشكال القوارب

الشراعية خلال القرون ولكنها جميعا كانت تعتمد على قوة دفع الهواء • وكذلك طاحونة الهواء التى تستغل قوة دفع الريح حيث تصمم أذرع مروحتها لتحول قوة دفع الهواء الى حركة دوران تستخدم بعد ذلك فى تشغيل مضخات ترفع الماء أو آلات لطحن الحبوب أو لادارة مولد لتوليد الكهربا •

التربين المائى : استغل الانسان فى الماضى قوة دفع الماء لادارة عجلات تثبت فى طريق تيار الماء • وكانت قوة دوران هذه العجلات تستغل فى طحن الحبوب ، أو فى تشغيل أنوال النسيج ، أو فى غيرها من الأغراض الصناعية • واليوم تحول قوة المياه المتساقط الى طاقة كهربية فتدير قوة الماء عجلات من نوع خاص تسمى تربينات تدير مغناطيسات كهربية فتولد الكهرباء • وتعتبر هذه المولدات من أهم مصادر الطاقة الكهربية فى الولايات المتحدة وكندا والجمهورية العربية المتحدة وغيرها من الدول فى شتى أنحاء العالم (انظر فصل ٢١ أ للتفاصيل) •

الآلات البخارية : كان لاختراع الآلة البخارية أهمية كبيرة وأثر عميق على تطور حضارتنا الصناعية • وتستخدم هذه الآلة الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود لتحويل الماء الى بخار • والفكرة الأساسية التى تقوم عليها الآلة البخارية هى أن البخار يشغل مكانا أكبر بكثير من كمية الماء التى ولدته ، فاللتر الواحد من الماء يتصاعد منه بالتبخير مئات اللترات من البخار ، وهذا الحجم الكبير من البخار هو الذى يزود الآلة بالقوة اللازمة لادارتها •

وفى القاطرة البخارية يسخن الماء فى غلاية حيث يتحول الى بخار يقوم بتحريك مكبس داخل أسطوانة ذهابا وايابا وتنقل هذه الحركة بذراع خاص الى العجلات حيث تتحول الى حركة دوران.

ويمكن استغلال قوة البخار فى تحريك تربين بخارى • ويفضل ذلك على الآلات التى تعتمد على تحريك المكبس • وفى التربين البخارى توجد ريش من الصلب الملتوى بطريقة خاصة بحيث تستقبل دفع البخار فتدور • وتسير معظم البواخر الكبيرة بقوة التربين البخارى الذى يدير عمودا طويلا يصل الى مؤخرة السفينة حيث يدير الرفاص الذى يدفع الباخرة • ويستخدم التربين البخارى فى توليد الكهربا أيضا •

ويستخدم الزيت والغاز والفحم والخشب كوقود لتزويد الآلة البخارية والتربين البخارى بالطاقة اللازمة • وحديثا أمكن استغلال الطاقة الذرية لتحويل الماء الى بخار تستغل قوته فى ادارة تربينات الغواصة الذرية ولتوليد الكهربا (انظر فصل ١٩ أ) •

مكنات الجازولين (البنزين) والديزل :
تستخدم الآلات التى تدور بالبنزين فى أغراض متعددة ؛ فهى تستخدم فى السيارات والطائرات وغيرها • وفى آلات البنزين تستمد القوة من التمدد السريع للغازات الناتجة من احتراق البنزين • ويتم هذا داخل أسطوانات المحرك (سلندرات السيارة) حيث تحدث شرارة من شمعة كهربية (بوجيه) داخل الأسطوانة (السلندر) وتشعل مزيج بخار البنزين والهواء . وبعد الانفجار الناشىء من هذا الاشتعال ، يدفع ضغط الغازات الناتجة المكبس الى أسفل بقوة قد تصل الى عدة أطنان • وتنقل هذه القوة بواسطة عمود الكرنك الى حركة دوران تنقل الى اطارات السيارة أو مروحة محرك الطائرة •

وتعمل آلات الديزل أيضا بقوة الانفجار • وقد سميت بهذا الاسم نسبة الى مخترعها رودلف ديزل • ويستخدم فى هذه الآلات زيت البترول بدلا من البنزين ، ولذا فهى اقتصادية فى استعمالها • ونظرا لأن آلات الديزل كانت فى بادىء الأمر كبيرة وثقيلة فانها لم تكن تستخدم الا فى أغراض محدودة فكانت تستخدم فى البواخر وفى مضخات رفع المياه وفى الحالات التى لا يضيرها كبر حجم المصنع أو ضخامة الآلة وثقلها • ولكن

الآن بعد التحسينات التى أدخلت فى تصميمها أصبح من السهل استخدام آلات ديزل خفيفة فائقة السرعة فى سيارات النقل والركاب والغواصات وقاطرات السكة الحديد . وكذلك استخدمت فى توليد الكهرباء فى الأماكن التى يتطلب الأمر فيها وجود مولد كهربى خاص كما فى المستشفيات والمدارس والمصانع وبعض المحلات التجارية .

المولدات والمحركات الكهربية : عرفنا مما سبق أننا نستطيع استخدام قوة الريح ومساقط المياه وتمدد البخار وانفجار البنزين لتوليد الكهربا. وسنعرف فى الفصل التالى كيف يمكن تحويل الحركة فى جميع هذه الحالات الى كهربا . وستعرف أيضا كيف يمكن تحويل الكهربا بواسطة المحركات الكهربية الى حركة .

الآلات الشمسية ومحطات القوة الذرية : رأينا فى (فصل ١٨ أ) كيف يمكن اقتناص الطاقة الشمسية وفى (فصل ١٩ أ) كيف نسخر الطاقة الذرية فى أغراضنا المختلفة . وتزداد أهمية هذه المصادر الجديدة كلما أوشكت مصادر الوقود التقليدية على النفاد .

ماذا عن المستقبل ؟

كان الانسان حتى القرن السابع عشر يعتمد كثيرا على عضلاته وعلى تسخير الحيوان كمصدر للقوة . ولم يكن الانسان قد عرف الأدوات الكهربية ولا السيارات . واليوم لا نستطيع أن نقول ان الانسان قد حقق أقصى مايطمع فيه من أحلام أو أن قدرته على الاختراع قد بلغت نهايتها .

وفيما يلى بعض مانستطيع استخلاصه من تعميمات فى هذا الفصل :

- الآلات تسهل القيام بالعمل ، فبعضها يزيد القوة والبعض الآخر يمكننا من تغيير اتجاه القوة .
- « الشغل » الناتج من أى آلة يساوى الشغل المبذول ـ هذا اذا أهملنا قوة الاحتكاك .
- أى كسب فى القوة فى أى آلة يكون على حساب السرعة ، وأى كسب فى السرعة يكون على حساب القوة .
- هناك ستة أنواع من الآلات البسيطة : الرافعة والبكرة والعجلة والمحور ، والمستوى المائل ، والوتد (الأجنة) ، والبريمة .
- تفقد جميع الآلات جزءا كبيرا من طاقتها بسبب الاحتكاك .
- يحدث الاحتكاك عندما يندلك سطحان أحدهما فى الآخر .
- العجلات والأسطوانات والرمان بلى تقلل من قوة الاحتكاك .
- التشحيم يقلل من الاحتكاك لأنه يملأ تعرجات الأسطح المتلامسة ولأنه يقلل من قوة التجاذب بينها .
- نستفيد من الاحتكاك لمنع الانزلاق وبذا نسهل الكثير من الأعمال اليومية .
- قام الانسان باختراع الآلات التى يسخر بها قوة الريح والمياه المتساقطة والوقود المحترق والشمس والذرة .

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ لاحظ احدى الآلات حين تشغيلها . اذكر اسم الآلة واشرح كيف تعمل،وتعرف مصدر الطاقة التى تشغلها ، وماهى أسباب اضعاف فاعليتها . واعمل قائمة بعدد من الآلات البسيطة التى تعرفها .

٢ – اختبر بعض الآلات التى نستعملها فى منازلنا ومطابخنا ، صنف هذه الآلات حسب الأنواع التى عرفناها عن الآلات البسيطة .

٣ – لاحظ بعض الآلات المستخدمة فى البيئة التى تعيش فيها واعمل قائمة بما فيها من روافع ، بكرات ، مستويات مائلة وغيرها . وفى كل آلة حاول أن تعرف هل فائدة الآلة تنحصر فى اكتساب قوة أو سرعة أو غيرها .

٤ – افحص مضرب البيض والدراجة وقارن بينهما .

٥ – لاحظ النجار ، أو ميكانيكى السيارات ، حين عمله ، وصف الآلات البسيطة التى يستخدمها وكيف تساعده على اتمام العمل الذى يقوم به ، والذى يستحيل اتمامه بدونها .

٦ – اختبر آلة حديثة وآلة قديمة أثرية صممتا للقيام بعمل واحد . قارن بين قدرة كل منهما على القيام بهذا العمل .

٧ – قم بزيارة مبنى جديد فى أثناء انشائه . صف الأدوات التى تستخدم فى البناء – قارن بين هذه الأدوات الحديثة وما كان يستخدم فى نفس الأغراض منذ مائة عام .



الفصل العشرون

تدريس « الآلات وكيف تعمل »

يشاهد أطفال اليوم الآلات المختلفة فى كل مكان من البيئة التى يعيشون فيها • انهم يستخدمون هذه الآلات ويعيشون معها كل يوم • انهم يرون هذه الآلات فى المنزل ، فى طريقهم الى المدرسة ، فى نزهاتهم أيام العطلات • انما المشاهدة المباشرة ضرورية فى دراسة هذه الوحدة. كما فى غيرها من وحدات العلوم • وهناك الكثير من التجارب البسيطة التى يمكن اجراؤها ، ولكن الفهم الحقيقى للأطفال يتحقق بصورة أصدق نتيجة لمشاهدة هذه الآلات فى أثناء تشغيلها •

وفى الفرق الأولى من المرحلة الابتدائية تتم معظم الدراسة أثناء المشاهدة العملية ، أما فى الصفوف العليا فيجب اتخاذ الخطوات الأساسية لملاحظة العلاقة بين القوة المستخدمة والعمل الناتج •

وفى التدريس عن الآلات عند المستوى الابتدائى يجب أن نذكر أن الهدف ليس هو المصطلحات والمعلومات الفنية • ان الهدف هو مساعدة الأطفال على معرفة الأشياء المتعددة التى تؤديها لنا الآلات ، والحصول على فكرة عن الطريقة التى تعمل بها الآلة ، ولكى تصبح لديهم دقة الملاحظة لما يشاهدون فى بيئتهم من آلات • ويجب أن تراعى اختيار الأدوات البسيطة المستخدمة كوسائل ايضاح ولدينا منها الكثير فى المطبخ والورش واللعب التى تمثل الآلات المختلفة • تذكر دائما أنه ليس من الضرورى أن تكون ميكانيكيا تعمل فى ورشة أو حظيرة « جاراج » لكى تستطيع تدريس هذه الأدوات فى المدرسة الابتدائية • انها أبسط كثيرا مما تتصور •

ويميل الأطفال الصغار دائما الى معرفة كيفية عمل المكنات ، فهم يرون المكنات وهى تدور

كل يوم . وقد سبق للأطفال حتى قبل دخولهم المدرسة أن أخذوا فكرة عن العجلات والتروس من اللعب التى كانوا يلهون بها والأدوات البسيطة التى استعملوها • وفيما يلى بعض أوجه النشاط التى تؤكد أهمية الملاحظة لمشاهدة التنوع الهائل فى الآلات ، ولملاحظة الأعمال المتعددة التى تؤديها هذه الآلات . ولبيان أن جميع الأدوات تحتاج الى قوة لتشغيلها :

١ ــ البحث عن الآلات التى تقوم بعمليات الرفع والدفع والجذب والفرم والتقطيع والحفر والحمل وغير ذلك من الأعمال الضرورية فى حياتنا اليومية •

٢ ــ معرفة فوائد الأدوات التى نستعملها فى المطبخ والورشة ومعرفة أسمائها (الشاكوش المنشار ، مفراة اللحمة) ولمعرفة الأعمال التى نقوم بها وكيف تسهل لنا تأدية هذه الأعمال •

٣ ــ فحص بعض اللعب للبحث عن العجلات والروافع والبكرات وغيرها من الأجزاء وشرح طريقة تشغيلها للأطفال الآخرين •

٤ ــ جمع صور للآلات وهى تدور : فى المزرعة ، فى المطبخ ، فى رصف الطرق ، فى المصانع فى « الجاراجات » وغيرها • ومحاولة معرفة الغرض من كل آلة والعمل الذى تؤديه وكيفية عملها وما هى الأعمال التى تقوم بها • ويمكن ترتيب الصور التى يحملها الأطفال فى مجموعات تبعا للأعمال التى تؤديها ، أو أماكن وجودها ، أو نوع القوة التى تحركها •

٥ ــ استعمال بعض الأدوات لمعرفة كيف تعمل : شاكوش لخلع المسامير ، منشار لقطع الخشب « كريك » للحفر (أو فأس) ، روافع ••• الخ

٦ ــ معرفة مصادر القوة التى تدفع كل آلة للدوران • ماهى الآلات التى تدور بالكهرباء والتى تحركها الرياح والماء والزمبرك أو العضلات ••• الخ •

٧ ــ دراسة الاحتكاك عن طريق دلك اليدين للاحساس بالحرارة المتولدة • البحث عن أشياء تستهلك نتيجة الاحتكاك (كعب الحذاء ــ اطارات السيارة ••• الخ) • البحث عن آلات تشحم بالزيت أو الشحم لتخفيف الاحتكاك : دراجات ، قباقيب الانزلاق (سكيتنج) ••• الخ :

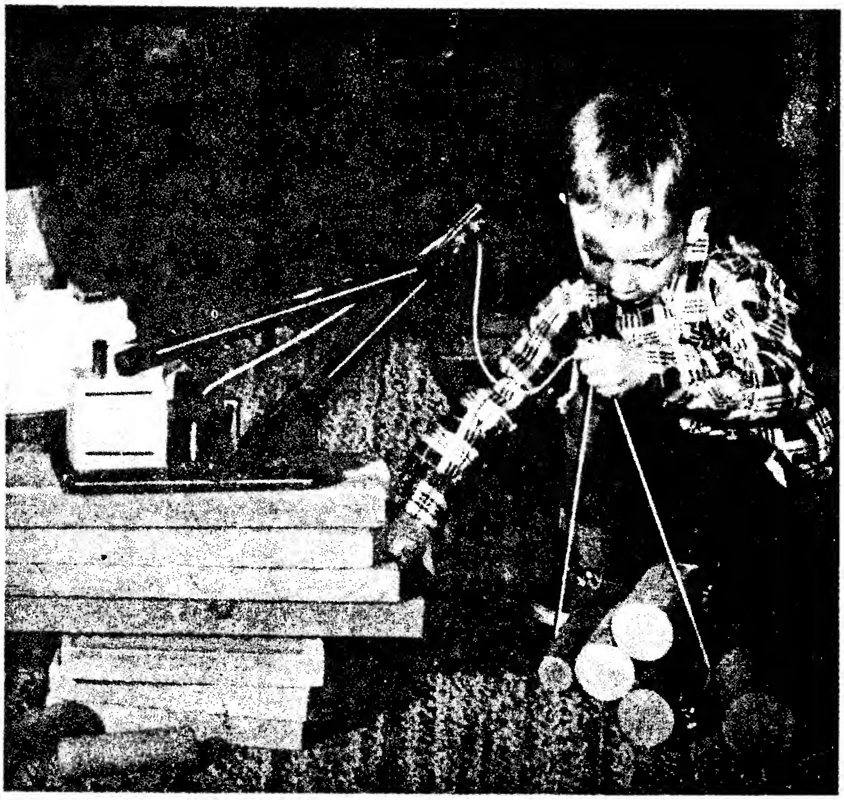
٨ ــ معرفة الأدوات التى يستعملها أهالى البيئة : البستانى ، النجار ، اللبان ، البقال ، الكناس ، محطة البنزين ، الفلاح • ومعرفة أسماء هذه الأدوات والأعمال التى تؤديها والقوى التى تحركها •

٩ ــ معرفة طريقة استعمال بعض العمال لأدواتهم •

فحص بعض الآلات

يحسن أن يكلف المدرس كل تلميذ بتقديم تقرير عن التين قام بفحصهما ومشاهدتهما فى أثناء العمل • ولا شك أن هذا النوع من النشاط يساعد التلاميذ على ادراك أهمية الآلات للانسان • وقد يتضمن هذا التقرير وصفا للآلة وعملها ومكان مشاهدتها • ويحسن أن يشجع المدرس كل تلميذ على أن يشمل تقريره وصفا لآلات لم ترد فى تقارير غيره من التلاميذ ، ففى ذلك نوع من التشويق • ويوجه التلاميذ الى البحث عن هذه الآلات فى المطبخ والورش و « الجاراجات » ومحطات البنزين والمطابع ومصانع تعبئة زجاجات المشروبات والألبان • ومن الضرورى أن يعطى الأطفال وقتا كافيا لفحص الآلات التى يشاهدونها حتى تتكون لديهم فكرة صحيحة عنها •

وعندما يقدم الأطفال تقاريرهم يمكن اعداد



تجربة فى روضة أطفال بجامعة جنوب كاليفورنيا فى لوس أنجليس باستخدام آلة وفحص مايمكن أن تؤديه من أعمال • وسيكتسب الطفل الاحساس بكيفية عملها وينمى قدرته على الملاحظة كلما استخدمها •

قائمة أو لوحة عنوانها الآلات التى شاهدناها • ولا شك أن من هذه القائمة يمكن أن تثار عدة أسئلة عن الآلات وطريقة عملها ، ويحسن عمل قائمة بتلك الأسئلة حتى يمكن الاجابة عنها أثناء دراسة الوحدة ، ويمكن أن يكون هذا النوع من النشاط بداية لدراسة وحدة الآلات ، واذا تصادف وجود مبنى فى دور الانشاء بالقرب من المدرسة (منزل أو مخزن أو عمارة أو مبنى عمومى ... الخ) يمكن أن يصحب المدرس التلاميذ فى زيارة للمبنى لمشاهدة أنواع الآلات المستعملة •

١ – نوع العمل الذى تؤديه كل آلة (حفر – قطع – رفع ... الخ) •

٢ – كيف تقوم كل آلة بعملها •

٣ – مانوع القوة المستخدمة فى ادارة الآلة (كهرباء – بخار – قوة عضلية ... الخ) .

٤ – كيف يتيسر اتمام العمل لو لم تتوافر هذه الآلات •

وبعض هذه الأسئلة – رقم ٣ مثلا – لايمكن الاجابة عنه تماما بالملاحظة فقط ، بل لابد من التجريب والقراءة لاستكمال الخبرة • والمشاهدة هنا ماهى الا نوع من الاثارة والتشويق والبدء فى الدراسة •

وخلال الملاحظة وبعد دراسة الآلات البسيطة يمكن الرجوع الى قائمة الآلات التى أعدت عند البدء فى دراسة الوحدة . وبهذه الطريقة يستطيع الأطفال استيعاب الكثير من المعلومات عن كيفية قيام الآلات بعملها ، ويمكنهم الاجابة بطريقة صحيحة تفصيلية عن الأسئلة التى تثار •

ومن المهم أن نربط بين مايدرسه التلاميذ وبين مايحدث حولهم فى البيئة كل يوم • والواقع أنه ليس هناك نهاية للمادة التى يمكن أن يأتى بها التلاميذ الى المدرسة من مشاهداتهم اليومية فى البيئة ، وسنقترح البعض منها فى أثناء سيرنا فى استعراض الوحدة •

مقارنة بين الآلات القديمة والحديثة

يحسن أن يقوم الأطفال بجمع صور الآلات البدائية ومقارنتها بالآلات الحديثة لمعرفة مدى التطور الذى حدث فيها • ويجد الأطفال متعة

فى مشاهدة صور عن السيارات فى أول اختراعها. وقد يرغب البعض فى تقديم تقرير عن التطور والتحسن الذى طرأ على السيارات منذ اختراعها حتى الآن . ويستطيع الأطفال الحصول على صور وبعض المعلومات عن السيارات من وكلاء ومحلات بيع السيارات •

ويمكن أن تقوم احدى التلميذات بمساعدة والدتها بإعداد تقرير تقارن فيه بين أدوات المطبخ القديمة والحديثة وكيف تأثر العمل فى المطبخ نتيجة تطور هذه الأدوات • ويمكن عمل نفس الشيء بالنسبة لأدوات النظافة • وخلال المناقشات فى هذه الموضوعات يستطيع الأطفال ادراك مدى التغيير الذى أحدثه تقدم العلوم والاختراعات فى حياتنا • وفى هذه الناحية مناسبة أخرى تمثل فيها العلاقة بين العلوم والمواد الاجتماعية • ففى دروس المواد الاجتماعية يتناول التلاميذ مشكلات مثل : « كيف تأثرت طرق كسب العيش بالمخترعات الحديثة ؟ » • ولا شك أن معرفة كيفية عمل الآلات وتشغيلها يجعل مثل هذه الموضوعات ذات معنى •

دراسة الروافع

ذكرنا فى الفصل الثانى كيفية استخدام لوح من الخشب وقالب من الطوب فى عمل رافعة • ويمكن استبدال قالب الطوب بقطعة مثلثة الشكل من الخشب بشكل منشور ثلاثى يمكن عملها عند أى نجار • وعلى هذه القطعة الخشبية يمكن أن ترتكز الرافعة وتتحرك بسهولة أكبر ، وكلما كانت الرافعة أكبر شعر الأطفال بقدرة الآلة على تسهيل العمل . وباتباع التعليمات التى أعطيت قبلا يسمح للأطفال بأن يحاولوا رفع بعضهم بعضا ، بأن يثبت اللوح الخشبى على القالب الطوب أو قطعة الخشب على أبعاد مختلفة من الشخص المراد رفعه لكى يدركوا أن هناك علاقة بين المسافة (ذراع القوة) وبين مقدار القوة التى يجب أن تبذل لرفع الشخص (المقاومة) • ويوجه الأطفال الى استعمال الاصطلاحات (القوة) ، (مقاومة) ، (ومحور ارتكاز) مع تقدمهم فى الدراسة حيث يمكنهم ادراك معانى هذه الألفاظ ، ولو أن استخدام هذه الألفاظ ليس أساسيا ، ولكن المهم هو أن تقدم المصطلحات العلمية الى الأطفال لتتعودها آذانهم وتصبح واضحة ومقبولة ومفهومة فى أذهانهم • ولكن فى بداية الأمر يمكن الاستعاضة عنها بألفاظ وصفية مثل : النقطة التى تستند اليها الرافعة بدلا من محور الارتكاز ، والجسم الذى سترفعه ، بدلا من المقاومة ، وهكذا • ••• الخ •

وبعد الانتهاء من هذه التجارب يجب أن نحث الأطفال على احضار روافع مختلفة للمدرسة ومحاولة معرفة وشرح طريقة عملها ، ولكل رافعة يجب أن يدركوا العلاقة بين القوة والمقاومة • ويمكن أن توجه مثل هذه الأسئلة : هل تزيد الآلة من السرعة ؟ هل تتزايد القوة المبذولة ؟ هل يحدث تغيير فى اتجاه القوة ؟ ماهى المميزات الأخرى خلاف ذلك التى تحققها لنا الرافعة ؟ وسيدرك الأطفال أننا لا نستفيد بكل الروافع فى اكتساب القوة • ومن المهم أن يتم تشغيل الروافع أمام التلاميذ لكى يدركوا تماما كيف تعمل كل منها • وهنا بعض الروافع التى يستطيع التلاميذ احضارها •

١ ــ شاكوش نزع المسامير : ثبت مسمارا على قطعة خشب ــ حاول نزع المسمار باليد ــ استعن بالشاكوش ــ لاحظ كيف يمكن نزع المسمار بسهولة بواسطة « الشاكوش » بعد تبين استحالة نزعه باليد •

٢ ــ مفتاح « صواميل » • جربه فى فك « صامولة » •

٣ ــ فتاحة علب السردين أو علب الفواكه (من نوع الرافعة) • قم بالمشاهدات المقترحة للروافع الأخرى •

٤ ــ مقص •



هـؤلاء التلاميذ بمدرسة ديكاتور بولاية الينوى يعرضون كيفيـة استخدام المبادىء فى الآلات البسيطة ٠

دراسة البكرات

يستطيع المدرس الاستعانة بصارى العلم الذى يتوافر فى كثير من المدارس فى شرح استعمال البكرة الثابتة ٠ وبفحصه يلاحظ الأطفال الطريقة التى يمر بها الحبل على البكـرة لمعـرفة مميزات استخدام البكرة الثابتة فى تسهيل عملية رفع العلم الى نهاية الصارى ٠

ويمكن شراء بعض البكرات من محلات لعب الأطفال ، أو محـلات الأدوات المنزليـة أو أدوات المعمار ٠ ويمكن عمل بعض البكرات عند الخراط ، أو فى ورشة الأشغال اليدوية بالمدرسة ، أو بعض المدارس الصناعية ، لتوضيح طريقة عملها ٠

ولكى يفهم الأطفال استخدام البكرات يمكن عمل بعض التجارب عليها ، كمـا هـو موضح بالصـورة أعلى الصـفحة ٠ والمهـم أن يدرك الأطفال أننا نجذب الحبل لمسافة طويلة فى مقابل السهولة التى نرفع بها الثقل والقوة البسيطة التى نبذلها فى سبيل ذلك ٠

وقد يشاهد الأطفال البكرات فى «الجاراجات» حيث تستخدم فى رفع السيارات ، وحيث يستطيع رجل واحـد أن يرفع مؤخرة السيارة باستعمال مجموعة من البكرات ٠ وتستخدم البكرات أيضا فى رفع بعض النوافذ والستائر والسبورات حيث يمـكن مشـاهدة البكرات فى أعلى النافذة أو السبورة ، والثقل الذى غالبا مايوجد خلف اطار النافذة أو السبورة ، وأحيانا ماتستخدم البكرات فى شد حبال الغسيل أو محطات تغذية الطيور ٠

دراسة العجلة والمحور

ليس من الصـعب أن يقـوم الأطفال بعمل « ملفاف » يمـكن استخدامه فى رفـع الأثقال ، وذلك بمساعدة مدرس العلوم ونجار المدرسـة ، ويمكن عمله من الخشب بالأبعاد المطلوبة وتشغيله من جانب أحد المقاعد ٠ والنموذج الموضح هنـا طوله ١٨ بوصـة وطول كل جانب من جـوانبه ١٢ بوصة ، وله يد من الخشب مثبتة بالمسامير ، ويستخدم حبل متين لرفع الأثقال التى قد تكون حزمة من الكتب أو أى شىء مشابه ٠

ومن المهم أن يدرك الأطفـال أن اليد التى تستخدم فى ادارته عبارة عن نصف قطر للعجلة مثبت فى محورها (المركز) ٠ وباستخدام جهاز « الملفاف » يدرك الأطفال العلاقة بين عدد الدورات

التى تعملها اليد (المسافة) وبين المسافة القصيرة التى يرتفعها الثقل ، ولكننا فى مقابل هذه « المسافة » الطويلة أمكننا رفع الثقل ببذل قوة بسيطة ، ولا شك أن جهازا بسيطا يقوم الأطفال بعمله بأنفسهم يُجعل استيعاب الفكرة التى يقوم عليها أمرا هينا ٠

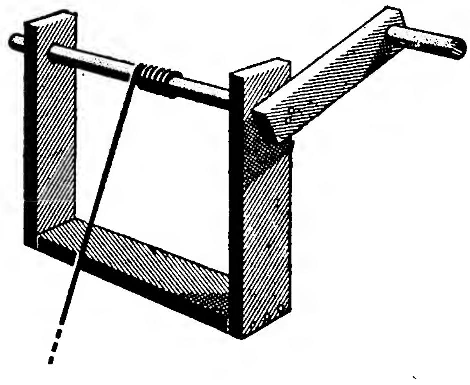
ومن الأمثلة التى يستطيع المدرس الاستعانة بها مبراة الأقلام (التى تثبت على الحائط) ٠ وقد يلجأ المدرس الى نزع الأكرة من الباب ويطلب من أحد الأطفال محاولة فتح الباب ليروا استحالة فتحه دون استعمال الأكرة ، ثم يعيدها ثانيا ، ليروا كيف تسهل الأكرة عملية فتح الباب ٠ ولتوضيح أن الأكرة تقوم على فكرة العجلة والمحور يمكن بعد نزع الأكرة من الباب وضع مسمار فى أحد الثقوب التى تثبت بواسطتها الأكرة فى محورها واستخدام المسمار فى فتح الباب وعندئذ يدرك الأطفال أن المسمار يعمل كأحد أقطار العجلة ٠ ولن ينسى الأطفال هذه الخبرة لأنهم استطاعوا أن يفتحوا الباب مباشرة باستخدام تلك الآلة البسيطة أى العجلة والمحور ٠

دراسة التروس

من الآلات البسيطة التى يستطيع المدرس الحصول عليها مضرب البيض وهو مثال لتوضيح عمل التروس ٠ وبعرض المضرب على الأطفال يستطيع المدرس تقديم فكرة التروس وتوضيح العلاقة بين الترس الكبير والترس الصغير ٠ وسيرى الأطفال هنا كيفية استخدام أحد التروس لادارة ترس آخر ٠ ويمكن للمدرس أن يعهد الى أحد التلاميذ بتقدير عدد الدورات التى يدورها الترس الصغير نتيجة الدورة الواحدة التى يعملها الترس الكبير ٠ هذه التروس تستخدم فى زيادة السرعة ٠

والدراجة وسيلة أخرى تعين المدرس على توضيح فكرة التروس وفكرة استخدام السيور أو الجنزير فى ادارة العجلات ٠ والدراجة وسيلة متداولة ومن السهل احضار واحدة منها الى الفصل ٠ ويساعد فحص الدراجة فى الفصل على ادراك كيف يقوم البدال بعمل « العجلة والمحور » وكيف يدير الترس الكبير وكيف تنتقل هذه الحركة الى الترس الصغير ٠

ويجب تشجيع التلاميذ على البحث عن آلات أخرى تستخدم فيها التروس لادارة تروس أخرى. ولتحقيق هذا الغرض يمكن أخذ التلاميذ لزيارة أحد محلات البرادة أو المصانع أو « الجاراجات » أو مطاحن البن ٠ وقد يرغب بعض التلاميذ فى تكوين لجنة لعمل لوحات توضح عمل التروس فى الآلات التى يشاهدونها ٠ وقد تكون هذه اللوحات



يساعد الملفاف المصنوع باليد التلاميذ على ادراك العلاقة بين المسافة التى يقطعها كل من القوة والثقل ٠ ويستطيع التلاميذ استخدام الآلة فى المكان الذى تخدم فيه بكفاءة وكذلك التفكير فى وسائل عدة لاستخدامها ٠

باختيار جملة بسيطة تشرح عمل الآلة تكون عنوانا للوحة ٠

دراسة المستوى المائل

يجد الأطفال فى البيئة أمثلة كثيرة للمستوى المائل ؛ فهو يستخدم فى انزال وتحميل البضائع على السيارات والى محلات البقالة والمخازن والمصانع ٠

ويستطيع التلاميذ عمل نموذج بسيط للمستوى المائل باستخدام لوح من الخشب وبعض الكتب وعربة صغيرة (لعبة) لجر ثقل على المستوى المائل ٠ وحبذا لو ثبت بالعربة ميزان زمبرك ٠ لتقدير مقدار قوة الشد اللازمة ومقارنتها بالقوة اللازمة بذلها لرفع الثقل بدون استخدام المستوى المائل وعند استخدام المستوى المائل قد يزداد طول المسافة ولكن يقل فى مقابل ذلك القوة اللازم بذلها ٠ واذا كان انحدار المستوى بسيطا فان المسافة تكون طويلة والقوة اللازمة بسيطة ، واذا كان انحداره شديدا قلت المسافة وزادت القوة اللازمة لرفعها ٠

وحبذا لو أمكن عمل التجربة فى الملعب أو فناء المدرسة باستخدام بعض ألواح من الخشب ومحاولة رفع برميل فارغ أو مايشابهه ٠ سيجد الأطفال أن من الصعب محاولة رفع البرميل عموديا ولو لمسافة متر واحد ، ولكن باستخدام الألواح الموضوعة بشكل مستوى مائل يمكن رفع البرميل بسهولة نتيجة سحبه على اللوح المائل ٠ وبهذه الطريقة العملية نساعد التلاميذ على الاستيعاب والفهم الصحيح للمبادىء والأسس العلمية بأسلوب مشوق مثير لميول التلاميذ ٠

دراسة الاسفين

يتركب الاسفين من سطحين مائلين موضوعين معا ٠ ويساعدنا الاسفين ــ مثل السطح المائل ــ على زيادة القوة ٠ ويمكن أن يدفع اسفين صغير فى قطعة من خشب الصنوبر بغرض فلقها ٠ ويمكن بذلك أن يرى التلاميذ كيف يعمل الاسفين على فصل الأشياء بطريقة أكثر فعالية من أى طريقة أخرى ٠ وتحتاج الأسافين القصيرة والغليظة الى قوة أكبر لدفعها عن تلك الطويلة الرفيعة ٠ ويمكن أن يستخدم التلاميذ أسافين من أنواع مختلفة تستعار من ورشة للخراطة ٠ وعديد من الأدوات المألوفة أسافين ، ومن أمثلة ذلك الأزميل ، وقاطع الثلج والبلطة والسكاكين ٠ فاذا اختبرت هذه الأدوات بدقة لوجد التلاميذ أنها عبارة عن سطوح مائلة تدخل بين الأشياء وتفصلها ٠

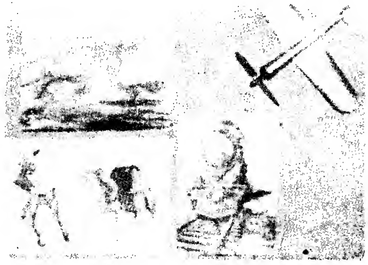
دراسة البريمة

تعتبر «البريمة» مثالا آخر للمستوى المائل ٠ فهى عبارة عن مستوى مائل ملفوف بشكل حلزون. واذا قام التلاميذ بفحص مسمار محوى كبير أمكنهم تتبع لفات المستوى المائل ٠ وتساعدنا « البريمة »، وكذلك المستوى المائل ، على تسهيل العمل ببذل قوة بسيطة ٠ وليس بكثير على المدرس أن يحضر الى الفصل الرافعة التى تستخدم فى رفع السيارة (عند تغيير الاطارات) فى سبيل توضيح كيفية رفع السيارة الثقيلة بهذه الآلة البسيطة ٠ وطبيعى أن هذه الآلة مكونة من عدة آلات بسيطة فيها رافعة تدير بريمة ، ويمكن للأطفال ملاحظة ضرورة ادارة « البريمة » عددا كبيرا من الدورات لرفع السيارة لمسافة قصيرة ٠

ويستطيع التلاميذ ضرب أمثلة كثيرة « للبريمة » ٠٠٠ منها كرسى البيانو مثلا ٠٠٠

مشاهدة الآلات المركبة

كثير من الآلات التى استخدمت فى المناشط السالفة الذكر عبارة عن آلات مكونة من أدوات بسيطة متعددة ٠ وبعد دراسة الآلات البسيطة



ما الذى يحركها ؟



هذه اللعب جمعها التلاميذ لدراسة أنواع القوة التى تحركها وكيف تعمل هذه القوى وكيف يمكن التحكم فيها • فضغط الهواء والريح والمغناطيسية بعض القوى المستخدمة •

يصبح التلاميذ أقدر على فهم بعض الآلات المركبة ، وقد يجد التلاميذ فى الأدوات الحديثة والآلات المستخدم فيها أمثلة يقومون بفحصها لفهم الآلات البسيطة التى تتكون منها ومعرفة كيفية عملها • وكذلك يمكن الاستعانة بآلات الورشة أو حجرة الأشغال • وقد يطلب بعض الأطفال من نجار المدرسة أو السباك فحص الأدوات التى يستخدمها فى عمله للعثور على أمثلة من الآلات البسيطة وكيفية عملها •

ان رحلة قصيرة الى أحد المبانى الجارى العمل فيها بالقرب من المدرسة ، أو الى طريق جار رصفه، يمكن أن يكون نشاطا له أثر عميق فى اكتساب عدد من الخبرات الأساسية الضرورية فى المستقبل (أنظر المقترحات الخاصة بالرحلات) (ص ٣٣ و ٣٤) • ويمكن تكوين جماعات من التلاميذ تكلف بالبحث عن حلول لمثل المشكلات الآتية :

ماهى القوى التى تستخدم فى ادارة أو تشغيل الآلات ؟

كم نوعا من الآلات البسيطة تتركب بها احدى الآلات المركبة ؟

كيف تساعدنا الآلات على انجاز الأعمال التى تهمنا ؟

كيف يتحكم العامل فى الآلات ؟

كيف كنا نؤدى الأعمال التى تقوم بها بعض هذه الآلات المركبة قبل اختراعها ؟

دراسة آثار الاحتكاك

عند دراسة موضوع النار عرف التلاميذ أن الاحتكاك يولد الحرارة ويترتب عليه تآكل الأسطح، ولذا من المهم أن يرى التلاميذ طريقة تخفيف أثر الاحتكاك فى الآلات • ويمكن الاستعانة بقطعتين من الخشب مستويتى الأسطح لتوضيح أثر تخفيف الاحتكاك على تسهيل العمل ، فنبدأ بدلك قطعتى الخشب وملاحظة تفتت طبقة من سطحهما • أعد الدلك بعد وضع قليل من الزيت أو الشحم ولاحظ

الفرق • ضع بعضا من الشحم أو الزيت بين السبابة والابهام ودلكهما ، امسح الزيت أو الشحم ودلكهما ثانيا ولاحظ الفرق فى الحالتين • ويمكن القيام بزيارة لمحطة بنزين حيث يشاهد التلاميذ عملية تشحيم السيارات ويسألون العامل المختص عن الأجزاء التى يقوم بتشحيمها فى السيارة •

ومن أمثلة وسائل تخفيف الاحتكاك استعمال « الرمان بلى » ويمكن احضار قبقاب التزحلق فى توضيح الفكرة وبيان سهولة الحركة نتيجة ازالة أثر الاحتكاك • ويمكن اجراء تجربة توضيحية أخرى بملء سلة أو صندوق كرتون بكمية من الكتب الثقيلة ومحاولة سحبه على الأرض وملاحظة صعوبة ذلك ، ثم اعادة المحاولة بعد وضع عدد من البلى تحته وملاحظة سهولة عملية السحب بعد ذلك والفرق بين القوة اللازمة فى الحالتين •

عمل تلخيص

ان دراسة الآلات تقود فى النهاية الى عمل ملخص مشوق يساعد التلاميذ على تأكيد المعلومات التى استوعبوها واكتساب خبرة فى تنظيم أفكارهم باعطائهم الفرصة لاستخدام وسائل مختلفة لعرض أفكارهم وما استوعبوه من معلومات على غيرهم من التلاميذ سواء من زملائهم فى الصف نفسه أو الصفوف الأخرى •

وقد سبق أن ذكرنا أن هناك عدة طرق لعمل الملخصات ـ ان كثيرا من الأشكال التى شاهدتها فى هذا الكتاب تصور لنا المعارض واللوحات الاخبارية والانشاءات والمجموعات التى أعدها الطلبة والتى يمكن استخدامها فى تلخيص نتائج الدراسة •

وفيما يلى بعض مقترحات يمكن الاستعانة بها كأمثلة توجيهية فى النواحى التى يشملها التلخيص .

ـ الآلات غيرت أساليب الحصول على الطعام والملبس والمسكن •

ـ تساعدنا الآلات على انجاز الكثير من الأعمال •

ـ تستخدم أنواع متعددة من القوى فى ادارة الآلات •

ـ الآلات البسيطة تؤدى لنا أعمالا مختلفة كبيرة •

ـ تساعدنا الآلات على نقل الأشياء •

وهناك الكثير من الأفكار الهامة التى يمكن أن تكون محورا للموضوع الذى يقوم التلاميذ بتلخيص نتائج دراسته • ويمكن للفرقة كلها أن تقوم باختيار موضوع واحد أو يقوم كل طفل باختيار الموضوع الذى يهمه ويميل اليه ، ثم تجمع نتائج جهود جميع التلاميذ فى برنامج تستفيد منه مجموعة أخرى من التلاميذ الذين لم يسبق لهم دراسة موضوع الآلات • والمقترحات الآتية تساعد على التعبير عن أفكارهم : جمع عدد من الصور التى توضح بعض الحقائق ، عمل بعض الرسوم التى توضح تسلسل أفكار معينة ، جمع بعض العدد والآلات البسيطة لعمل معرض صغير مع وضع لوحات صغيرة عليها بعض البيانات اللازمة لشرح عمل كل آلة ، عمل بعض التجارب التى توضح النظريات الأساسية •

ومهما تكن الخطة التى يقع عليها الاختيار فان التلاميذ يستفيدون بدرجة كبيرة اذا قاموا هم أنفسهم بجمع المواد ، وتحملوا مسئولية التخطيط وتحملوا مسئولية حل المشكلات التى تقابلهم فيما يتعلق باختيار المواد وتنظيمها واتخاذ القرارات المتصلة بالتنفيذ •

ومادام اهتمام التلاميذ قد أثير فانهم سيقومون بالقراءة اللازمة وكتابة التقارير المطلوبة والتدريب على المهارة فى التعبير عن أفكارهم وفى اعداد التلخيصات اللازمة • ويمكن الاستعانة بما

ورد فى أى موضـوع آخر فى الفصول السـابقة كأساس لعمل التلخيص المطلوب .

مصادر لبحثها

١ ـ المطبخ ـ سـواء فى المنزل أو المدرسـة ـ لمشـاهدة بعض الآلات البسـيطة كالبكرات والروافع والتروس « البريمـة » والعجلات والأسطح المائلة ...

٢ ـ المبانى التى هى فى دور الانشـاء لمشاهدة استخدام بعض الآلات .

٣ ـ مخزن بيع الأدوات المنزلية والعدد والآلات لمشـاهدة الآلات المسـتخدمة فى الورش والجاراجات والمزارع والمبانى والمنازل .

٤ ـ « جاراج » لمشاهدة استخدام البكرات لتثبت الموتور وغيره من الآلات .

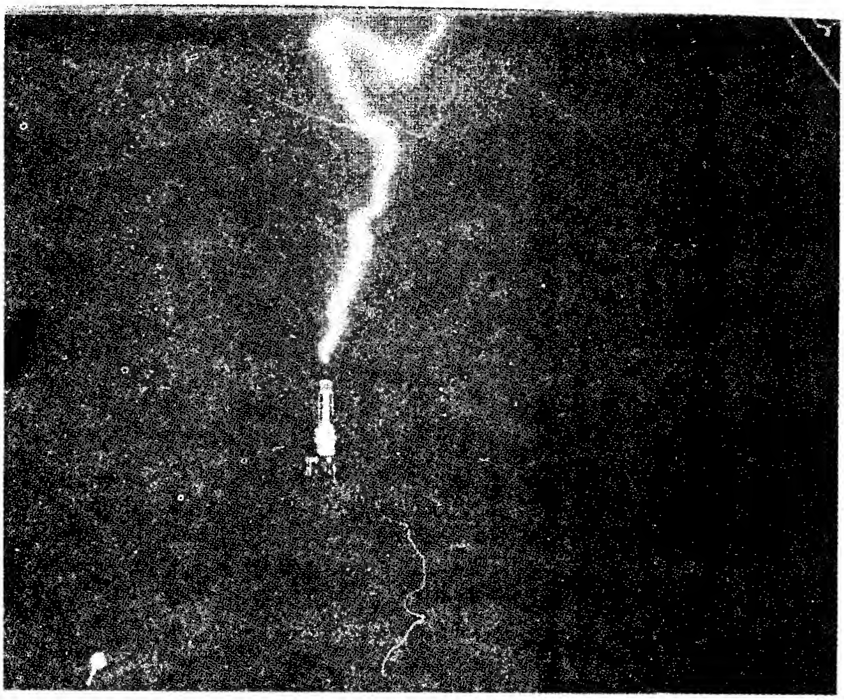
٥ ـ زيارة نجار للاستفسار منـه عن استعمال بعض الآلات فى الأغراض المختلفة .

٦ ـ بعض كتالوجات المجلات الكبـيرة لمشاهدة بعض الآلات ومعـرفة الآلات البسيطة التى تتركب منها الآلات المعقدة .

٧ ـ محلات بيع اللعب لمشاهدة الآلات المختلفة المستخدمة فى تشغيلها .

٨ ـ محلات بيع الأدوات الزراعية لدراسة الآلات المستخدمة فى المزارع .

٩ ـ أحد المصانع لدراسة الآلات فى أثناء عملها.



الفصل الحادى والعشرون - أ

المغناطيسية والكهرباء

اننا جميعا ننظر الى الكهرباء على أنها شيء عادى فى حياتنا ، ولكن ما ان ينقطع عنا التيار الكهربى يوما حتى ندرك أهميته لنا ·

وفيما يلى بعض أخبار النتائج التى ترتبت على انقطاع التيار الكهربى فى احدى المدن الأمريكية ، وقد وردت أنباؤها فى عدد جريدة نيويورك تايمز الصادر يوم ٢٦ من أغسطس سنة ١٩٥١ ·

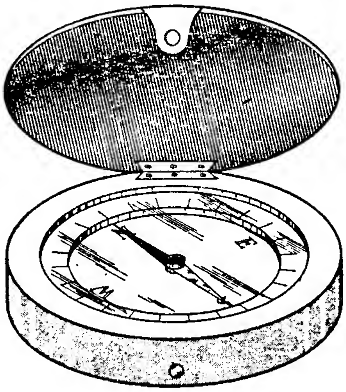
انقطع التيار الكهربى عن المدينة نتيجة تدمير حدث للخطوط الحاملة للتيار - ربما بفعل بعض الأطفال الأشقياء - ونتيجة ذلك أثرت على نصف مليون من الأفراد الذين يقضون اجازاتهم في المدينة ، والذين أصبحوا فجأة بدون تيار كهربى ، وبدون اضاءة وبدون تبريد · وقد انطفأت أضواء الشوارع وآشارات المرور وتعطل المرور نتيجة لذلك ·

وتعطل أصحاب السيارات فى محطات البنزين الذين حضروا لملء خزانات سياراتهم من طلمبات المحطة التى تدور بالتيار الكهربى والتى تعطلت بعد انقطاع التيار ·

وأظلمت المسارح ودور السينما ثم أغلقت أبوابها وأصبح طهو الطعام مستحيلا فى المنازل التى تستخدم الأفران الكهربية ، ولجأت الأمهات الى معسكرات الشرطة لتدفئة الطعام لأطفالهن · ونظرا للضغط الشديد على أجهزة التليفونات اضطر عمالها الى استخدام الآلات اليدوية فى تشغيلها · وتعطل المرور فى المدينة ·

وفى مخازن الأدوية والصيدليات كادت الأمصال واللقاحات وغيرها من الأدوية التى تحتاج الى تبريد لحفظها أن تتلف ، فاضطر أصحابها الى نقلها الى معسكرات الشرطة حيث توجد محطة خاصة لتوليد الكهرباء ·

واتصلت احدى السيدات بشركة الكهربا قائلة : « اننى أملك عشرين بقرة فى مزرعتى حان موعد حلبها بالآلات الكهربية الخاصة ولا أجد هنا من يعرف كيف يحلب البقرة يدويا » وأصبح كثير من البيوت التى تعتمد على الكهربا فى رفع الماء بلا ماء ، وأسرع سكانها الى الشرطة ومعهم أوان مختلفة الأشكال لملئها بالماء • هذه هى حالة جميع المدن الواقعة بين مدينتى مارشفيل وميد لبورو حتى جزيرة مارتافاينيارد لمدة ثمانى ساعات فى أثناء انقطاع التيار الكهربى عن المنطقة.



يصنع المغناطيس الحر الحركة بوصلة •

المغناطيسية

بدأت معرفتنا بالمغناطيسية والكهربا فى أوائل القرن التاسع عشر ، ومع أنهما صورتان مترابطتان من صور الطاقة يمكن تحويل احداهما للأخرى ، الا أن تطور كل منهما التاريخى سار فى طريق منفصل عن الآخر ، والواقع أن ما ورد فى الأخبار السابقة عن حادث انقطاع التيار الكهربى وما يترتب عليه من مشكلات يدل دلالة واضحة على نجاح الانسان عن طريق اختراعاته وتقدمه العلمى فى استغلال العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية • وسنتناول أولاهما المغناطيسية ، ثم الكهربا ، ثم ندرس الارتباط بينهما •

المغناطيس وقوة الجذب : عرف الانسان ظاهرة المغناطيسية منذ قرون عدة • والغالب أن اليونانيين القدامى قد عرفوا أن أنواعا معينة من الحديد ، أو الحديد الخام ، تجذب بعضها ، أو تجذب الأجسام الأخرى التى تحتوى على حديد •

وليس لدينا فى الواقع أى فكرة تاريخية عن نشأة الكلمة « مغناطيسية » • هناك من ينسبها الى راع شاب اسمه « ماجنس » وهكذا ذكر الفيلسوف بلينى : « لقد أخذت المغناطيسية اسمها من هذا الراعى الذى اكتشف خاصة المغناطيسية وهو يراقب قطيعه على جبل ايدا ، فقد لاحظ — وهو يصعد ويهبط الجبل — انجذاب مسامير حذائه والأجزاء الحديدية فى ملابسه الى صخور الجبل » وهناك رأى آخر أكثر تقبلا عند العلماء يقول ان الاسم مأخوذ من « ماجنسيا » وهى احدى مقاطعات شمال اليونان حيث وجدت كميات كثيرة من خام الحديد المغناطيسى •

المغناطيس والبوصلة : ومن الظواهر التى جعلت للمغناطيسية أهمية كبيرة فى ميدان الملاحة البحرية ظاهرة اتخاذ المغناطيس وضعا معينا (شمال — جنوب) اذا علق بحيث يستطيع الحركة بدون عائق • واستخدم المغناطيس تبعا لذلك فى عمل البوصلة وينسب البعض اكتشاف هذه الظاهرة الى الصينيين القدماء • والمفروض أنهم استخدموا البوصلة منذ أكثر من ألف سنة • وقد وردت الاشارة الى المغناطيس فى كتابات العبريين واليونان والرومان حيث كانوا يطلقون على الحديد الخام المغناطيسى اصطلاح « حجر الريادة » أو « حجر التوجيه » وقد قاموا بعمل بوصلات بدائية باستعمال قطع من الحديد المغنط ولو أنه من المعتقد أن البوصلة لم يعم استخدامها حتى القرون الوسطى • وبوسعك أن تعمل بوصلة كتلك التى استعملها البحارة القدامى بدلك ابرة طويلة من الصلب بواسطة مغناطيس بشرط أن يكون الدلك فى اتجاه واحد وبقطب واحد من أقطاب المغناطيس ، ثم ضع الابرة على قرص من الفلين طاف على سطح الماء فى اناء مصنوع من أى

مادة خلاف الحديد ، هذا النوع من البوصلة يشبه تماما تلك التى استخدمها كريستوف كولمبس فى أثناء رحلته من أوروبا لأمريكا ، وكانت الابر فى ذلك الوقت تصنع من صلب ضعيف ولم تكن لهذا السبب تحتفظ بالمغناطيسية مدة طويلة مما كان يستدعى اعادة مغنطة الابرة كل عدة أيام بدلكها بالحجر المغناطيس ٠

وكان لاكتشاف البوصلة المغناطيسية آثار هامة فى كفاح الانسان فى سبيل استكشاف الكوكب الذى يعيش عليه ٠ وتحررت السفن من الاعتماد الكلى على النجم القطبى أو على المعالم الثابتة على طول الشاطىء لتحديد اتجاهاتها ٠ وأصبح للبوصلة قيمة كبيرة فى هداية السفن وتحديد الاتجاهات عندما تختفى النجوم خلف السحب أو العواصف ٠ وقد ساعد هذا الكشف الانسان وشجعه على المغامرة فى مجاهل العالم وبحارها الواسعة ٠

والخلاصة اذن أن القدماء قد عرفوا ثلاثة أشياء هامة عن الحجر المغناطيسى :

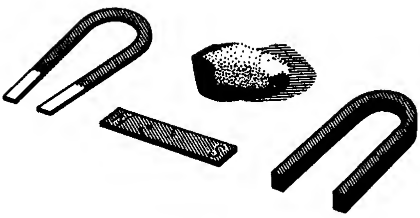
١ ــ أنه يجذب برادة الحديد والأجسام الحديدية.

٢ ــ عندما يعلق حرا فانه يأخذ وضع الشمال ــ الجنوب ٠

٣ ــ عندما يدلك الصلب بالحجر المغناطيسى فانه يكتسب خواصه المغناطيسية ٠

وظل استغلال المغناطيسية مقصورا على استعمال البوصلة لعدة قرون ٠

المغناطيسات الطبيعية : المغناطيس الطبيعى أو حجر المغناطيس عبارة عن خام من خامات الحديد يسمى « الماجنيتيت » وهو عادة غير منتظم الشكل كأى حجر نجده فى أى مكان ٠ وهو يجذب الحديد كأى مغناطيس صناعى تعرفه ويمكن الحصول على قطع صغيرة من الحجر المغناطيس من محلات المواد العلمية بأثمان بسيطة ، وستجد أنه يجذب برادة



بعض أنواع المغناطيسات ، حذاء الفرس، قضيب ، مغناطيس طبيعى ، وآخر حرف U وتختلف هذه المغناطيسات حذاء الفرس والقضيب وحرف U فى الشكل ولكنها اكتسبت مغناطيسيتها ٠ أما المغناطيس الطبيعى فانه يوجد على هذه الصورة فى الطبيعة ٠

الحديد أو الدبابيس والمسامير الحديدية ٠ وهى تشبه المغناطيس الصناعى فى أن لها قطبا شماليا وآخر جنوبيا يمكن معرفتهما بالتجربة ٠

المغناطيسات الصناعية : تصنع هذه المغناطيسات على ثلاثة أشكال هى : القضيب المغناطيسى ، وحذاء الفرس ، ونوع ثالث بشكل حرف U ٠ ولا خلاف بين الأنواع الثلاثة الا فى الشكل فالمغناطيس حذاء الفرس أو المغناطيس حرف U هى فى الأصل قضبان ثنيت بهذا الشكل ٠

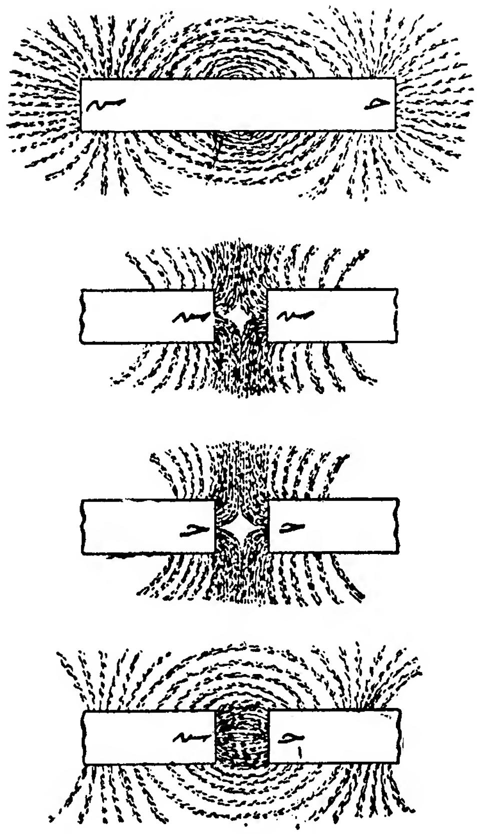
وتصنع المغناطيسات الصناعية من الصلب وتصنع الآن هذه المغناطيسات من سبيكة من الحديد والألومنيوم والنيكل والكوبالت ٠ ووجد أنها تصلح لأغراض متعددة ٠ وتستخدم المغناطيسات فى اغلاق أبواب الدواليب والثلاجات وجذب الدبابيس والابر ، وفى تعليق الاعلانات على اللوحات الخاصة بها ، وفى تعليق السكاكين على الحائط فى المطبخ ، كما تستخدم فى كثير من لعب الأطفال ٠ وفى كل هذه الاستعمالات يتم التجاذب بين قطبين مغناطيسيين أو بين مغناطيس وحديد أو صلب ٠

التجاذب المغناطيسى : اذا غمسنا مغناطيسا فى اناء مسطح به برادة حديد أو مسامير صغيرة ثم

رفعناه من الاناء لاحظنا أن البرادة أو المسامير قد تراكمت بكميات كبيرة على الطرفين وبقدر ضئيل فى المنتصف وتعرف المناطق التى تتراكم عليها البرادة بالأقطاب المغنطيسية وجميع المغنطيسات لها أقطاب مهما يكن شكلها ولكن مغناطيس حرف U يجذب كمية أكبر من غيره لأن القطبين يستعملان معا ٠

والشىء المألوف أننا نجد المغناطيس يجذب الأجسام المحتوية على حديد ٠ ولكن الكوبلت والنيكل أيضا ينجذبان للمغناطيس ، وهناك مواد أخرى تنجذب للمغناطيس ولكنها تحتاج الى أجهزة دقيقة لقياس قوة الجذب ٠

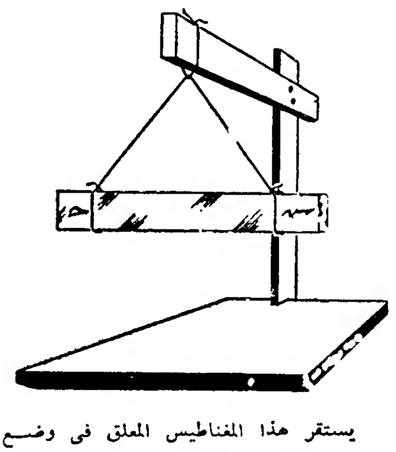
المغناطيس المؤقت والمغناطيس المستديم :
تسمى المغناطيسات المعروفة بالمغناطيس المستديم واذا حفظت بعناية فانها تحتفظ بالمغناطيسية لمدة طويلة ٠ وهناك فى الطبيعة مغناطيسات مؤقتة ٠ قرب مغناطيسا لمسمار صغير تجده ينجذب٠قرب طرف المسمار المعلق بالمغناطيس الى مسمار آخر تجده يجذبه ، والمسمار الثانى قد يجذب مسمارا ثالثا وهكذا . ويتوقف طول هذا الخيط من المسامير على قوة المغناطيس ، وعلى ثقل كل مسمار ، وعلى دأبك فى تكرار المحاولة ٠ واذا أبعدت بعد ذلك



يمكن تحديد المجال المغناطيسى حول المغناطيس باستخدام برادة الحديد ٠ كما تحدد البرادة التجاذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية المختلفة ٠

المغناطيس عن المسمار الأول فان جميع المسامير الأخرى تتساقط لأن كل مسمار كان قد اكتسب مغناطيسية مؤقتة ٠ ومن جهة أخرى فان الابرة الصلب تحتفظ بالمغناطيسية لمدة أطول ، وبخاصة اذا مغنطناها فى أول الأمر بالدلك بواسطة مغناطيس آخر ٠ وهناك نوع آخر من المغناطيس المؤقت هو المغناطيس الكهربى الذى سنتعرض له فيما بعد فى هذا الفصل ٠

نفاذ المغناطيسية فى المواد المختلفة : اذا ماأعطيت للأطفال الفرصة للتجريب فانهم سيكتشفون أن المغناطيس يؤثر من خلال مواد مختلفة ٠ فاذا قرب مغناطيس الى دبابيس مغطاة بقطعة من الورق فان الدبابيس تتعلق بالسطح



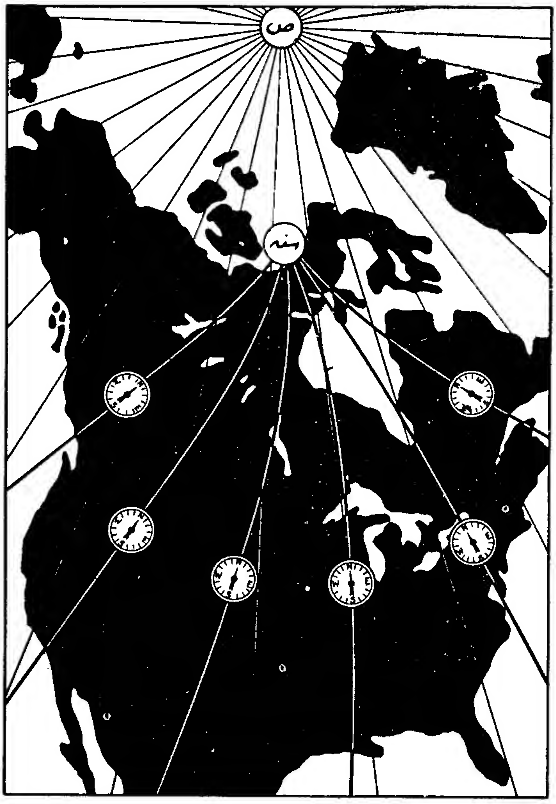
يستقر هذا المغناطيس المعلق فى وضع الشمال ــ الجنوب المغناطيسى٠ ولكى يتفادى أى تأثير معاكس لابد أن يكون الحامل من الخشب او أى مادة أخرى غير مغناطيسية ٠

السفلى لورقة • واذا وضعت بعض الدبابيس فى كوب زجاجى، أمكنك اخراجها أو تحريكها بواسطة مغنـــاطيس من الخـــارج • ومن المـواد المنفذة للمغناطيســـية : الورق ، والزجاج ، والخشب ، والهواء ، والماء ، والنحاس ، ولا يقوى المغناطيس على التأثير فى دبابيس خلف حائل من الحديد لأن الحـــديد يحتفظ بالمغناطيســـية فيعمل كحاجز مغناطيسى •

التجاذب والتنافر بين المغناطيسات : اذا علقنا قضيبا مغناطيسيا أو ابرة ممغنطة فى وضع أفقى بخيط فانها تأخذ وضع الشمال ـ الجنوب ،ويسمى القطب الذى يتجه نحو الشمال بالقطب الشمالى والآخر المتجه نحو الجنوب بالقطب الجنوبى ، وبهذه الصورة تمثل البوصلة •

والآن اذا أحضرنا مغناطيســـا آخر وقربنا قطبه الشمالى الى القطب الشمالى للمغناطيس المعلق فان الأخـــير يتحرك فورا مبتعداً ، وبالعكس اذا قربنا من القطب الشـــمالى المعلق القطب الجنوبى لمغناطيس آخر فانه ينجذب اليه • والخلاصة أن الأقطاب المتشابهة تتنافر ، أما الأقطاب المختلفة فانها تتجاذب •

المجـــال المغناطيسى : ماهى طبيعة التجاذب المغناطيسى ؟ اننـــا لا نعرف الاجابة الكاملة لهذا السؤال ، ولكننا نستطيع أن نتتبع شكل واتجاه وقوة المجال المغناطيسى الذى يحيـــط بالمغناطيس وان كنا لا نراه • ان هذا المجال يمكن الكشف عنه وتحديده بواسطة برادة الحـــديد الناعمة ، وذلك بوضع قضيب مغناطيسى على منضـــدة وتغطيته بقطعة من الورق ثم رش برادة الحديد على الورقة فتشاهد تكون شكل منتظم نتيجة وقوع كل قطعة من برادة الحديد تحت تأثير المغناطيس • والواقع أن كل قطعـــة صغيرة من برادة الحديد تصـــبح مغناطيسا مؤقتا وتأخذ وضعا فى خطوط تسمى خطوط القوة تخرج من المغناطيس • وتكون برادة الحـــديد نتيجة لذلك خريطـــة للمجال المغناطيسى



يقـــع القطب الشمالى المغناطيسى (ش) على مسافة من القطب الشمالى الجغرافى (ص) ولذلك فان ابر البوصـــلة المغناطيسية فى أغلب أجزاء العالم تشير بانحراف شرقا أو غربا عن الشمال الجغـــرافى • وعـــلى الملاحين تقـــدير ذلك فى رحلاتهم •

وتوضح بذلك خطوط القوة غير المرئية كما هـــو مبين بالشكل •

واذا كررنا التجربة مع اســـتعمال قطبين مغناطيسيين بدلا من قطب واحد بحيث كان قطباهما المتشابهان متعامدين ، أو فتحت لنا هـــذه الخطوط التنافر الحـــادث بينهما ، وأذا وضـــعنا القطبين المختلفين متواجهين ظهرت ضـــغوط القوة التى توضح التجاذب المتبادل •

الأرض كمغناطيس : لـــماذا تتجه أقطـــاب المغناطيس المعلق حرا نحو الشمال والجنوب ؟ ان التجارب الســـابقة التى أوضحت لنـــا ظاهرتى التجاذب والتنافر المغناطيسى توضح لنا اجابة هذا

السؤال • ان الأرض نفسها تعمل كمغناطيس مؤثر مجاله على كل البوصلات التى يستخدمها الانسان ويجعلها تصطف فى خطوط فى **اتجاه** المجال المغناطيسى الأرضى ـ الشمال الجنوب •

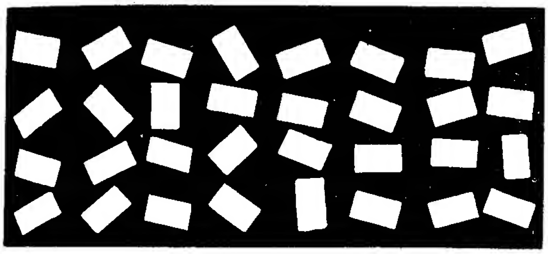
وقد وجد رجال البحار أن أقطاب الابرة لا تتجه تماما نحو الشمال والجنوب الجغرافيين اللذين يحددان محور الكرة الأرضية ، والواقع أنها تنجذب نحو الأقطاب المغناطيسية للأرض • ويقع القطب المغناطيسى الشمالى فوق شبه جزيرة بوذيا فى نقطة تبعد ١٢٠٠ ميل عن القطب الشمالى الجغرافى • وكذلك القطب الجنوبى المغناطيسى يقع فى المنطقة القطبية الجنوبية على بعد من القطب الجنوبى الجغرافى • ونتيجة لهذا فان الأقطاب المغناطيسية لابرة البوصلة تسير الى نقطة قد تكون غرب أو شرق الشمال الجغرافى • ويحمل ملاحو السفن والطائرات خرائط تحوى مقدار هذا الانحراف عن القطب الشمالى الحقيقى فى كل مكان على الكرة الأرضية • وتراجع هذه الخرائط كل عدة سنوات بسبب التغير المستمر البطىء الذى يحدث على موضع الأقطاب المغناطيسية • ويقال ان كولومبوس كان أول من اكتشف هذه الخاصية فى أثناء رحلته الى أمريكا •

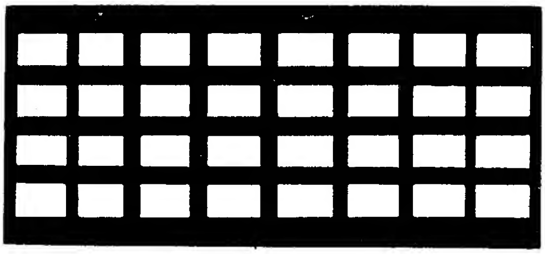
التسمية الخاطئة : ربما لاحظنا بعض التعارض فى الحقائق السابقة :

الحقيقة الاولى : ١ ـ تتجاذب الأقطاب المختلفة وتتنافر الأقطاب المتشابهة •

الحقيقة الثانية : ٢ ـ ينجذب القطب الشمالى للمغناطيس أو البوصلة نحو القطب الشمالى المغناطيسى للأرض •

وهكذا يبدو التعارض بين هاتين الحقيقتين واضحا ولكنه تعارض سببه تاريخى غير علمى • ونشأ هذا الخطأ لأن الأقطاب المغناطيسية سميت قبل أن تكتشف قوانين التجاذب والتنافر • واذا كان بوسعنا أن نغير فى التاريخ لسمينا قطب





أعلى : تكون جزيئات القضيب غير الممغنط فى غير ترتيب معين ولكن اقطابها تتجه فى جميع الاتجاهات •
أسفل : عندما يتمغنط القضيب ترتب الجزيئات بحيث تتجه الأقطاب المتشابهة فى اتجاه واحد •

البوصلة المتجه نحو الشمال قطبا جنوبيا وقطب البوصلة المتجه نحو الجنوب قطبا شماليا وعندئذ تتفق الحقيقتان ولا يحدث تعارض بينهما • ولكن التغيير الآن يكاد يكون مستحيلا بسبب الارتباك الذى قد يترتب عليه •

طبيعة المغناطيسية

المغناطيسية ظاهرة طبيعية تثير أمام العلماء الكثير من الأسئلة كغيرها من الظواهر الطبيعية • فما هو السر الذى يكسب المغناطيس مغناطيسيته؟ ويضع العلماء تفسيرا محتملا للاجابة عن هذا السؤال كما يلى :

اذا كسرنا مغناطيسا الى قسمين يصبح كل نصف منهما عبارة عن مغناطيس له قطبان ، ومعنى ذلك أنه قد تكون قطبان فى مكان الكسر ، واذا

كررنا العملية وكسرنا كل قسم الى نصفين فان كل قسم يصبح مغناطيسا وهكذا • ويقودنا هذا الى النظرية التى تعتبر ان كل مغناطيس عبارة عن مغناطيسات صغيرة تركب منها ذراته •

ولكن اذا كانت الخواص المغناطيسية كامنة فى الذرات فما الفرق بين القضيب المغنط والقضيب غير المغنط ؟ فى القضيب غير المغنط لا تكون الذرات مرتبة كجمع من الأطفال تهالكوا مجهدين على الأرض بعد لعب مرهق ، فنجد أن وجوههم تنظر فى اتجاهات شتى ، فى حين أن القضيب المغنط تكون ذراته مرتبة تماما كالأطفال عندما يقفون فى صف منتظم • وفى القضيب المغنط يتعادل تأثير القضبان ، بينما فى القضيب المغنط تقوى المغناطيسات الذرية بعضها بعضا لتكون مغناطيسا كاملا •

الكهربا الساكنة (الاستاتيكية)

يطلق هذا الاصطلاح ـ الكهربا الساكنة أو الاستاتيكية ـ على الكهربا التى تتراكم وتسكن على جسم ما ، ولكننا نلاحظ الكهربا الساكنة بشكل أوضح عندما تكون « غير ساكنة » أى عندما تقفز • فهل لاحظت ومضات البرق فى أثناء العواصف الرعدية ؟ وهل سمعت صوت طقطقة وأنت تتحسس ظهر قطة ؟ وهل شعرت برجفة خفيفة عندما تلمس مقبض الباب بعد حك قدميك بسجادة من الصوف ؟ فى كل هذه الظواهر يحدث شيئان :

١ ـ تتراكم كمية من الكهربا •

٢ ـ تنتقل الكهربا •

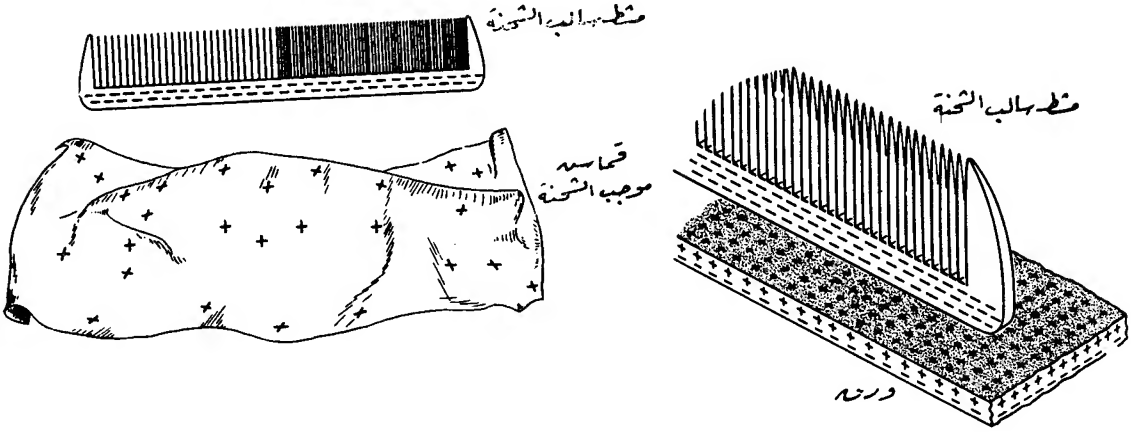
ولكن لم يكن هذا معروفا تماما •

لقد قام الفيلسوف اليونانى تاليس حوالى عام ٦٠٠ قبل الميلاد بتجارب على الكهربا الساكنة، واكتشف أنه عندما يدلك قطعة من كهرمان العنبر بقطعة من الصوف فانها تجذب الأجسام الخفيفة مثل قطع التبن والأوراق الجافة والفلين • وفى أوائل القرن السابع عشر أعاد وليام جيلبرت بعض تجارب الفيلسوف تاليس ، فوجد أن الزجاج وشمع الختم يصبح لهما خواص الكهرمان بعد دلكهما • وقد أطلق جيلبرت على هذه القوة السحرية اسم « الكهربا » نسبة الى كلمة « الكترون » ـ وهى الكلمة اليونانية التى تعنى كهرمان •

وبوسعك أن تقوم ببعض تجارب تشبه تلك التى أجراها جيلبرت اذا دلكت بشدة مشطا من المطاط أو البلاستيك بقطعة من الصوف (على كم بذلتك الصوف) ، ثم قربت المشط الى قصاصات من الورق تجد أنها تقفز الى المشط وتتعلق به •

وقام عدد من العلماء بمتابعة البحوث التى بدأها جيلبرت وتوصلوا الى كشوف هامة عن الكهربا الساكنة ، ولو أن مصدرها وكنهها لم يعرفا تماما حتى عرف الانسان تركيب الذرة • فكما عرفنا فى (الفصل ١٩ أ) تتركب ذرات جميع المواد من الالكترونات التى هى عبارة عن دقائق ذات شحنات سالبة تدور حول نواة الذرة التى تحوى بروتونات موجبة الشحنة (بالاضافة الى أنواع أخرى من الدقائق) • ولعلك تذكر أن الذرة الواحدة تحتوى على أعداد متساوية من الالكترونات والبروتونات ، ولهذا فهى متعادلة كهربيا •

والآن فلنبحث ماذا يحدث عندما ندلك المشط بقطعة الصوف • ان الدلك يدفع بعض الالكترونات الى الانتقال من قطعة الصوف الى المشط • ولسبب مازال خافيا علينا يبدو أن ذرات مادة المشط تكون ذات شراهة الى الالكترونات بدرجة أكبر من ذرات القماش الصوف ، ولهذا فان المشط يلتقط بعض الكترونات مادة الصوف• ولهذا يزداد عدد الالكترونات السالبة على المشط. ونقول ان المشط قد اكتسب شحنة كهربية سالبة.



عند دلك المشط بالقماش يفقد القماش الكترونات يكتسبها المشط ٠ ويكتسب المشط شحنة كهربية سالبة بينما يكتسب القماش شحنة موجبة ٠

ولكن ماذا يكون من أمر الصوف عندئذ ؟ لقد فقدت قطعة الصوف بعض الكتروناتها وأصبح عدد بروتونات ذراتها أكبر من عدد الكتروناتها ولهذا نقول انها اكتسبت شحنة موجبة ٠

فالكهرباء اذن ظاهرة مرتبطة بالدقائق الكهربية التى تتركب منها ذرات المادة ، فالمادة أساسا كهربية ، ولكن كثيرا مايتساءل العلماء « ماهى الكهرباء ؟ » لقد أجاب برتراند راسل على هذا السؤال قائلا : « انها ليست شيئا معينا ، انها الطريق الذى تسلكه الأشياء ٠ وعندما نعلم خواص الأشياء عندما تتكهرب وتحت أى ظروف تتم كهربتها نكون قد عرفنا كل شيء ٠ وعندما أقول ان الكترونا يحمل كمية معينة من الكهرباء السالبة فاننى أعنى أنه يسلك سلوكا معينا ٠ ان الكهرباء ليست شيئا كالطلاء الأحمر نستطيع أن نضيفه الى الالكترون أو ننزعه منه ، ان الكهرباء مجرد تسمية أطلقناها على قوانين طبيعية معينة ».

وعندما نقول ان الكترونا يحمل شحنة سالبة وبروتونا يحمل شحنة موجبة فاننا نعنى ببساطة أن هناك نوعا من الشحنات الكهربية ، ونجد أن الالكترونات تتنافر مع بعضها وكذلك تتنافر البروتونات مع بعضها ولكن الالكترونات والبروتونات تجذب بعضها بعضا ٠

لماذا اذن يجذب المشط قصاصات الورق المتعادلة كهربيا عندما يكون حاملا لعدد زائد من الالكترونات ؟ عندما يقترب المشط من قصاصات الورق يحدث شيئان :

١ – تنعزل جانباً بعض الكترونات الورق مبتعدة عن المشط (مادامت الشحنات المتماثلة تتنافر) ٠

٢ – يترتب على هذا زيادة فى الشحنة الموجبة على جانب قصاصة الورق من جهة المشط مما يترتب عليه تجاذب بينهما ٠

والمشط يكتسب شحنة سالبة عندما يدلك بالصوف ٠ بينما تكتسب الساق الزجاجية عندما تدلك بالحرير شحنة موجبة تسبب التقاط قطعة الحرير لبعض الكترونات الساق الزجاجية ٠

هل استطعت يوما أن تسخن شعرك عند تمشيطه ؟ ان المشط ينزع بعض الالكترونات من شعرك ، ولهذا يترك شعرك وقد اكتسب شحنة موجبة ٠ ولما كانت الشحنات المتماثلة تتنافر فان شعرات رأسك تتنافر لأن شحنة كل منها أصبحت من نوع واحد (موجبة) ٠

وعندما تدلك حذاءك على سجادة من الصوف

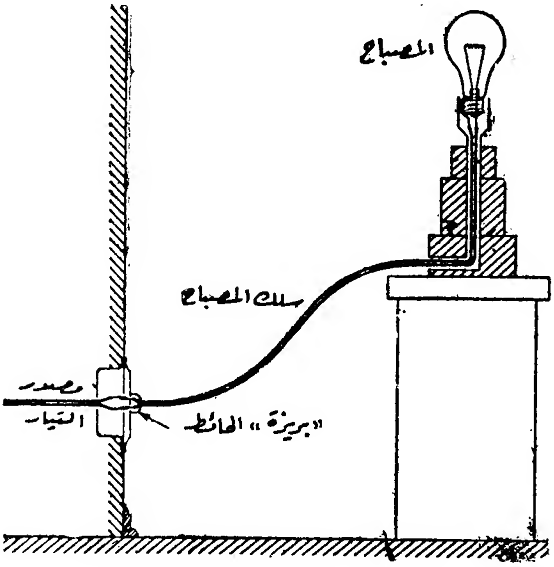
فان الحذاء يلتقط الكترونات منها ، وتتراكم هذه الالكترونات على سطح الجسم فيصبح جسمك مشحونا بشحنة كهربية سالبة ، وعندما تقرب اصبعك الى جسم كأكرة الباب أو جهاز التليفون فان هذه الالكترونات تقفز منتقلة من جسمك الى الأكرة أو التليفون ، وبهذا تكون شحنتك قد فرغت ٠

والبرق ماهو آلا صورة من صور الكهربا الاستاتيكية يحدث نتيجة تجمع كميات كبيرة من الكهربا فى سحابة وانتقالها الى سحابة أخرى أو الى الأرض. وقد تحدثنا عن البرق فى (الفصل ١٠ أ) كظاهرة من الظواهر الطبيعية ٠

وأحيانا يتكون على جسم السيارة شحنات كهربية قوية نتيجة احتكاك اطاراتها مع الطريق ، ولهذا نرى على الطرق الطويلة فى كثير من البلاد قضبانا معدنية مرنة تمس جسم السيارة فتفرغ شحنتها فى الأرض وخاصة عند الأكشاك التى يدفع فيها أصحاب السيارات ضريبة المرور فى هذه الطرق وذلك حتى لا تنتقل الشحنات المتجمعة على السيارة الى العامل الذى يحصل النقود من ركاب السيارة ٠

الكهرباء التيارية (الديناميكية)

انتقال الالكترون : ان الحركة البسيطة التى عملها عندما نحرك مفتاح النور فى الغرفة تكفى لغمرها بالضوء ، وكذلك تكفى حركة بسيطة لتشغيل المدفأة ، أو التوستر ، أو محرك المكنسة الكهربية ، أو فتح الراديو أو التليفزيون ٠ فالضوء والحرارة والحركة كلها تحت أمرك نتيجة استخدام التيار الكهربى ، وانك أنت المهندس الذى يتحكم فى كل هذه الأدوات وفى عشرات غيرها تستعملها كل يوم وتصبح طوع أمرك بمجرد السماح للتيار الكهربى بالسريان فيها ٠ فأنت ــ كمنظم المرور ــ ما ان تضغط على المفتاح حتى تفتح الطريق لسريان الالكترونات فيه ٠



هذه دائرة كهربية مستمرة بين المصباح ومحطة الكهرباء ٠

والكهربا التيارية كما يبدو من اسمها عبارة عن تيار من الالكترونات ٠ تلك الدقائق الصغيرة التى تدخل فى تركيب الذرة ٠ ولما كانت جميع المواد تحتوى على الكترونات فليس من الضرورى أن نقوم « بصنع » الكهربا ، وكل مايلزم هو اعطاء الالكترونات قوة دافعة ٠ وسندرس فيما بعد كيف يتم ذلك عند الحديث عن البطاريات والمولدات.

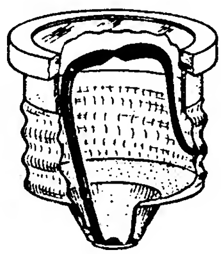
الدائرة الكهربية : ولكى نفهم حركة التيار من الضرورى أن نعرف أن الكهربا التيارية تسرى فى مجرى مستمر يعرف بالدائرة الكهربية ٠ وفى كل مرة تضغط زرا كهربيا ، أو تدير مفتاح محرك كهربى ، فأنت تكمل أو تغلق دائرة كهربية ، فأنت تضع الجسر الذى تعبر عليه الالكترونات فى طريقها ٠ وفى كل مرة تغلق المفتاح فأنت ترفع الجسر عن الدائرة ٠

ويتركب الحبل الذى يوصل مصباح المكتب بالبريزة الكهربية التى على الحائط من سلكين يقومان باكمال الدائرة الكهربية ، وفى أى وقت يكون فيه المصباح مضيئا فان أحد السلكين يكون

حاملا للتيار اليه . أما السلك الآخر فيحمل التيار الخارج منه . ولكى يكمل الدائرة يتطلب الأمر أن تتتبع السلك من البريزة فى حائط منزلك الى محطة توليد الكهرباء التى تغذى القرية أو المدينة التى تعيش فيها ، فعندما تضىء المصباح الكهربى فأنت تبدأ حركة للالكترونات فى دائرة متصلة على طول الخط بين المصباح ومحطة توليد الكهربا والعكس ·

الطريق الذى يسلكه التيار الكهربى :
ينطلق تيار الالكترونات الذى يسرى فى الدائرة الكهربية فى مجرى مصنوع من المعدن · افحص سلكا كهربيا بعد نزع المادة العازلة التى تغطيه تجده مصنوعا من النحاس · افحص مصباحا كهربيا من الداخل تجد أن شعلته مصنوعة من سلك معدنى (تنجستن) ، فالالكترونات تسرى من محطة توليد الكهرباء حتى الأدوات الكهربية التى تستخدمها فى منزلك فى مجرى معدنى · وتسمى المواد التى تسمح بمرور التيار الكهربى بالمواد الموصلة · ومن المواد الموصلة الجيدة للكهربا الفضة والحديد والنيكل والألومنيوم والبلاتين والرصاص · والكربون يعتبر من المواد الجيدة التوصيل رغم أنه ليس من المعادن (الفلزات) ·

والمواد غير المعدنية (أو اللافلزية) موصلة رديئة للكهرباء ، فالقماش والجلد والزجاج والصينى والمواد المصنوعة من البلاستيك جميعها رديئة التوصيل للكهرباء وتسمى مواد « عازلة » .



المنصهر اضعف جزء فى الدائرة الكهربية.

وتستخدم المواد العازلة فى دائرة المصباح الكهربى لمنع تسرب الكهربا الى حيث لا يرغب فى ذهابها ، فالفيش يصنع من المطاط أو البلاستيك (مواد غير معدنية عازلة) كما تغطى الأسلاك النحاسية بمواد عازلة (مطاط ــ حرير ــ قطن ــ بلاستيك) ·

ويستخدم الكهربى قفازات من المطاط حتى لا يصاب بصدمة كهربية · وتعزل الأسلاك الكهربية وأسلاك التليفونات عن الأعمدة التى تحملها بكرات من الصينى أو الزجاج · صحيح أن الخشب الذى تصنع منه الأعمدة لا يوصل الكهربا اذا كان جافا ، أما اذا ابتل بماء المطر أو الندى فقد أصبح موصلا للكهربا · وتحتاج الأسلاك التى تحملها قوائم من الصلب الى عوازل كبيرة ·

ومع أن الماء النقى ليس موصلا جيدا للكهربا فان جميع الأجسام التى تبتل به تصبح موصلة للكهربا · والحمام يصبح مكهربا اذا ما لمس الشخص الذى يستحم وهو مبتل مصباحا أو سخانا أو أى جهاز كهربى ردىء العزل ·

المنصهرات (الكبس) النقط الضعيفة فى الدائرة : اذا حدث ومر بسلك كهربى تيار كهربى أقوى مما يحتمل سمكه فان حرارته ترتفع بقدر ملموس مما قد يؤدى الى نشوب حريق فى المبنى اذا تصادف وجود مادة قابلة للاشتعال بالقرب من السلك (قماش ــ خشب ــ مواد ملتهبة) · وللوقاية من هذه الأخطار تركب المنصهرات (الكبسات) فى التوصيلات الكهربية بالمبنى ·

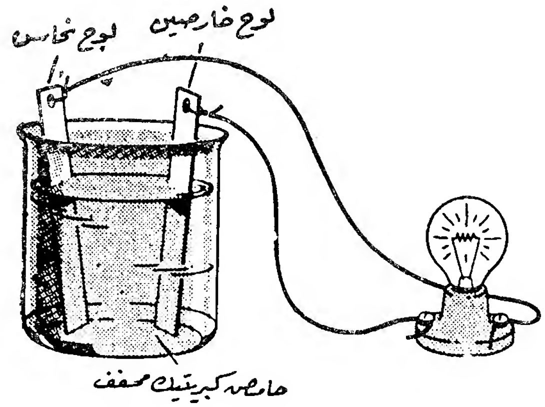
واذا فحصت أحد المنصهرات (هناك عدة أنواع منها نوع يشبه قاعدة المصباح « القلاووظ » وآخر يشبه الفيش) التى توضع ضمن الدائرة الكهربية ، تجد أن الجزء الرئيسى فيها عبارة عن شريط أو سلك من أحد المعادن التى لها درجة انصهار منخفضة ، ويمكنك التأكد من ذلك بنزع هذا الجزء من المنصهر وتعريضه للهب عود كبريت تجده ينصهر ويتساقط · وهذا هو نفس مايحدث

عندما « يحترق » المنصهر فان الحرارة التى تتكون نتيجة لمرور كميات زائدة من الالكترونات فى السلك تتسبب فى صهر سلك المنصهر فيقطع التيار • فكأن عملية احتراق المنصهر هى عملية ارتفاع فى درجة حرارته يصحبها انصهار الجزء المعدنى وقطع الدائرة •

وتوصف المنصهرات بأنها أضعف نقطة فى الدائرة الكهربية وهى تصنع لهذا الغرض حتى تنقطع عند مرور حمل أكبر مما يتحمله السلك من كهربا • ولما كان الارتفاع فى الحرارة يحدث داخل المنصهر فلا خوف من حدوث الحريق • وبهذا نتجنب ارتفاع حرارة السلك فى أى نقطة أخرى. أما مصير المنصهر الكهربى فهو التلف •

وقد « يحترق » المنصهر لسببين : اما نتيجة سحب تيار أشد مما يتحمل السلك • واما بسبب حدوث « تماس » فى الدائرة • فمثلا اذا وصلنا المكوى الكهربية بالتيار فى الوقت الذى تكون فيه « الغلاية الكهربية » أو أى مصدر آخر يحتاج الى تيار كهربى قوى موصلا بالتيار فان الضغط يشتد على الأسلاك بسبب زيادة كمية الالكترونات التى تسرى فى السلك ، وقبل أن ترتفع درجة حرارة هذه الأسلاك يحترق المنصهر • ولكن ما الذى يجب أن نفعله عند حدوث ذلك ؟ يجب أولا أن نفصل الأجهزة التى وصلناها بالتيار قبل احتراق المنصهر ، ثم نقوم بتغيير المنصهر (اذا كان من النوع القلاووظ) ونستطيع الاستدلال على المنصهر الذى احترق عندما نلاحظ عدم ظهور الشريط المعدنى داخله وتراكم الكربون الناتج عن احتراقه على الجزء الزجاجى منه •

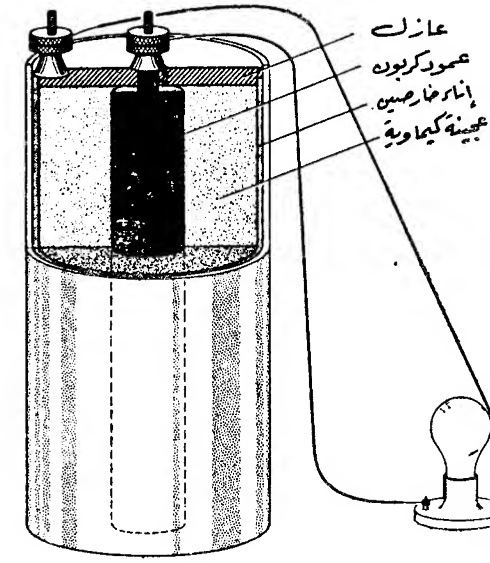
وقد يحترق المنصهر نتيجة لحدوث تماس فى السلك ، فاذا كان لديك مصباح كهربى للمكتب ذو سلك طويل تأكل بسبب المشى عليه أو احتكاكه بالأثاث أو كثرة الاستعمال ، فقد تتآكل المادة العازلة التى تغطيه مما يترتب عليه «تماس» بين سلكيه النحاسيين مما يسبب اندفاع كمية



يولد التفاعل الكيماوى فى العمود البسيط كهربا تكفى لاضاءة المصباح الصغير •

كبيرة من الكهربا فى هذا الطريق السهل الذى تكون نتيجة « تماس السلكين » ، ونتيجة لهذا ترتفع درجة الحرارة بسبب مرور كمية كبيرة من الالكترونات فيحترق المنصهر • فماذا نفعل اذا حدث ذلك ؟ طبيعى لابد من نزع الجهاز الذى تسبب فى احداث « التماس » ، من التيار الكهربى وتغيير توصيلاته الكهربية بأسلاك جديدة • ويمكن تجنب حدوث التماس بزيادة عدد البرايز فى المنزل ، حتى نتلافى استعمال الأسلاك الطويلة • وقد يحدث « التماس » داخل الأجهزة الكهربية نفسها ، ولهذا يجب اصلاحها ، ويجب الاحتفاظ بعدد احتياطى من المنصهرات المناسبة ، وقد يقع البعض فى خطأ بوضع منصهرات ذات قوة أعلى من القوة المطلوبة (٣٠ أمبيرا بدلا من ١٥ أمبيرا) وبهذا تضعف الفائدة من المنصهر مما قد يسبب ارتفاع حرارة أسلاك الدائرة الكهربية فى المنزل • ومن يفعل هذا فى الواقع يكون قد نسى أن المنصهرات توضع لكى تحترق ، ولهذا يجب ألا نضيق ذرعا باحتراقها •

ويلجأ البعض الى الاستعانة بقطعة من النقود، أو الى سلك سميك بدلا من المنصهر المحترق ، ولما كان النحاس موصلا جيدا للكهربا فانه لا يتأثر كثيرا عند زيادة الضغط الكهربى فى الأسلاك ، فاذا ماحدث «تماس» فى الأسلاك ارتفعت حرارتها وتسببت فى حريق المنزل



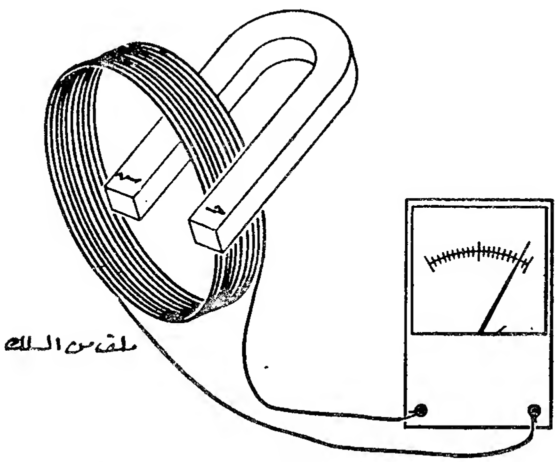
فى العمود الجاف يولد التغير الكيمياوى تيارا كهربيا ٠

توليد التيار الكهربى

لقد عرفنا فى أول هـذا الفصل أننا فى الواقع لا « نصنع » الكهربا ، فان كل المواد تحوى دقائق كهربية فى ذراتها ٠ فلماذا اذن نستخدم البطارية الجافة مثلا لدق الجرس ؟ ولماذا نستخدم بطارية قوية لتسيير السـيارة ؟ ولماذا نوصل المصباح الكهربى « بالبريزه » لاضاءته ؟ وماهـو الذى نأخـذه فعـلا مقابل مانسدده ثمنا لفواتير الكهربا التى تصلنا كل شهر ؟

ان مانحصل عليـه باختصار هـو عملية « دفع » ٠ أننـا نسدد ثمن الطاقة اللازمة لدفع الالكترونات بانتظام فى أسلاك المصباح النحاسية التى تحوى كثيرا من هذه الالكترونات ٠ اننـا نحصـل على التيار فقط عنـدما تنطلق بعض الالكترونات مرة من ذرة الى أخرى ٠ ان انتقال الالكترونات من ذرة الى أخرى ، وهـو احـدى خصائص التيار الكهربى ، يمكن تشبيهه باحـدى حلقات اللاعبين فى السرك الذى يقذف كل منهم أوتاده الخشبية التسعة فى الجو (لعبة الصوالجة) باستمرار ومن حين لآخر يلقى أحدهم بواحد من أوتاده الخشبية الى جاره ٠ ففى حالة الذرات فى الدائرة الكهربية لابد من عامل يساعد على تنقل الالكترونات من ذرة لأخـرى على طول الخط مع استمرار هـذا التنقل ٠ وقد يكون هـذا العامل عبـارة عن فصـل المغناطيس الكهربى فى المولد (الدينامو) أو عبـارة عن التفاعل الكهربى فى بطارية جافة أو سائلة ٠ وسندرس كلا من هـذه المصادر على حدة ، ان هذين العاملين يمداننا بالقوة التى تدفـع الالكترونات والتى نسـدد ثمنا لها تكاليف التيار الكهربى ٠

اكتشاف فولتا : ان الطريقـة الكيموية لتوليـد التيار الكهربى كيمويا بالبطاريات الجافة أو السائلة هى الطريقة الأقدم من الطريقة الأخرى المستخدمة فى توليـده ٠ لقـد اكتشف العالم الايطالى « فولتا » منـذ ١٥٠ عاما أن التفاعل الكيموى يمكن أن يولد تيارا مستمرا من الكهربا ؛ فقد وجـد أنه عنـدما يضـع لوحين من النحاس والزنك فى محـلول حمض ، ويوصـل الطرفين الخارجين من اللوحين بسلك نحاس ، فان التيار الكهربى يبـدأ فى السريان فى السلك ٠ وأدرك بأفكاره الثاقبة أن هناك تفاعلات كيموية تحدث بين هذين المعدنين والسائل الحمضى ٠ وينشأ عن



اكتشـاف فاراداى : عنـدما يتحرك مغناطيس بالقرب من ملف من السلك يسـبب سريان تيار كهربى فى السلك ٠

هذه التفاعلات قوة كهربية • وقد ظلت هذه الطريقة تحكم هذا الميدان لمدة مائة عام بعد كشف فولتا • وتقوم نظرية العمود الكهربى الجاف التى نستخدمها اليوم علي نتائج كشوف فولتا •

وقد تمت معرفة سر توليد الكهربا فى البطاريات فقط عندما عرف الانسان تركيب الذرة • ولن نصف هنا كل تفاصيل مايحدث فى البطارية ، ولكن سنورد باختصار ملخصا لتأثير التفاعل الكيموى الحادث فى بطارية النحاس والزنك :

١ – تتراكم كميات زائدة من الالكترونات على قضيب الزنك (أو لوح الزنك) فيصبح غنيا بالالكترونات •

٢ – يفقد لوح النحاس الكترونات •

٣ – اذا وصل لوحا النحاس والزنك بسلك نحاس انتقلت الالكترونات من الزنك الى النحاس •

وهكذا يعمل العمود عمل مضخة للالكترونات •

ان العمود الذى شرحناه يسمى بالعمود السائل • أما العمود الجاف الذى نستخدمه فى الكشاف (البطارية) وفى راديو البطارية ليس فى الواقع جافا ، لأنه لن يعمل ان كان كذلك • انك اذا قارنت العمود الجاف بعمود فولتا فانك تجد تشابها بينهما رغم أن مكوناتهما ليست واحدة ، فالخارصين الذى استخدمه فولتا فى عموده هو أحد المعادن المستخدمة فى العمود الجاف ولكنه يعمل أيضا كاناء للعمود • وبدلا من اللوح النحاس يستخدم عمود من الكربون يوضع رأسيا فى وسط العمود ، وبدلا من السائل الحمضى توجد عجينة كيميائية تملأ معظم العمود • ويمتاز العمود الجاف بامكان حمله واستعماله لأنه محكم وليس به سائل يمكن أن يخشى من انسكابه •

والبطاريات التى تتكون من عمودين أو أكثر ذات أهمية كبيرة فى السيارات (وتعرف هذه البطاريات بالمراكم) • والفكرة السائدة هى أن هذه البطاريات تخزن التيار (كما نخزن الفواكه فى العلب) ، ولكن الواقع أن هذه البطارية عندما تشحن بمولد السيارة فان الطاقة الكهربية التى تسرى فيها تنتج تغيرا كيمويا بها ، وهذا هو الشىء الذى يخزن فى الواقع ، وعندما تستخدم البطارية فى تشغيل المحرك واضاءة الأنوار والسخان وفى احتراق مزيج الهواء والبنزين أو فى ادارة الراديو فانها تعمل بنفس المبدأ الذى تعمل به الأعمدة التى شرحناها سابقا – طاقة كيموية تحول الى طاقة كهربية •

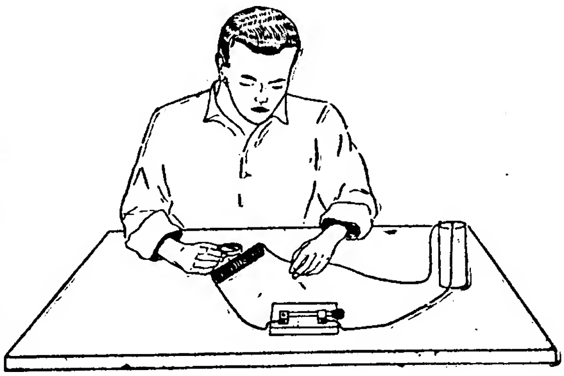
والمراكم تستخدم فى المستشفيات وغيرها من المؤسسات كمصدر احتياطى للكهربا وتكون معدة للاستخدام فى حالات الطوارىء عند انقطاع التيار الأصلى ، كما تستخدم فى اضاءة المنازل فى الأرياف التى لا يصلها التيار الكهربى من محطة توليد الكهربا وتشحن هذه البطاريات بمولد (سيشرح فيما بعد) يدار بالبنزين •

مولدات التيار : قال العالم الانجليزى سير همفرى دافى يوما : « لقد كان أهم كشف توصلت اليه هو مايكل فاراداى » • وقد بدأ فاراداى حياته العلمية فى معمل سير همفرى دافى حيث كان يغسل الأنابيب ، ولكنه مالبث أن أخذ مكانه فى دنيا العلوم • وقد سجل فاراداى فى مذكراته خلال السنوات الخمسين الذى قام فيها بالبحوث ، ستة عشر ألفا من تجاربه التى قام بها ، وكانت احدى هذه التجارب تهدف الى دخول الانسان الى عصر الكهربا ، فقد توصل فاراداى الى طريقة جديدة بسيطة لتوليد الكهربا دون الحاجة الى استخدام الأعمدة الكيموية السائلة الكبيرة الحجم؛ فقد وجد فى عام ١٨٣١ أنه يمكن فى ظروف خاصة توليد الكهربا من المغناطيسية ؛ فقد لاحظ أنه عند تحريك مغناطيس داخل ملف من الأسلاك تولدت الكهربا فى السلك ، رغم عدم اتصال الملف بأى بطارية • وعندما كان يدخل المغناطيس فى

الملف تولد تيار فى اتجاه معين ، وعند وقف المغناطيس ينقطع التيار ، وعند نزع المغناطيس من الملف يتولد تيار فى اتجاه مضاد ، وعندما استمر فى تحريك المغناطيس الى الداخل والخارج تولد تيار عادى ، ولكنه متردد • وقد وجد فاراداى أيضا أن نفس الأثر يحدث عند تحريك الملف حول المغناطيس •

فتحريك المغناطيس بالقرب من ملف اذن ، أو تحريك ملف بالقرب من مغناطيس يسبب حركة فى الالكترونات بالملف • فكأن كل مانحتاج اليه هو مغناطيس ، وملف من الأسلاك وحركة • وفى السنوات التى تلت اكتشاف فاراداى تمكن العلماء من استخدام قوة مساقط المياه فى تزويدنا بالقوة المحركة اللازمة لادارة ملفات هائلة من السلك بالقرب من مغناطيسيات ضخمة • واليوم فى كل أنحاء العالم تستخدم قوة البخار أو قوة اندفاع الماء فى توليد الكهربا داخل مئات المحطات التى تزود المصانع والمنازل ومحطات رفع الماء والمطاحن بالكهربا اللازمة •

التيار المتغير والتيار المستمر : أن سيل الالكترونات التى تجرى فى دائرة كهربيه متصلة بعمود أو بطارية يكون دائما فى اتجاه واحد ، ويسمى هذا النوع من التيار بالتيار المستمر *Direct current* يمكن توليد هذا النوع من التيار من المولدات الكهربية أيضا • ولكن ٩٥٪ من المنازل والمصانع تزود بالكهربا من مولدات تولد تيارا مترددا أو متقطعا alternating current . وفى هذا النوع من التيار تسرى الالكترونات فى اتجاه ثم يقف سريانها لتجرى فى الاتجاه المضاد وهكذا • ويحدث التغير بسرعة كبيرة وهى عادة ٥٠ مرة فى الثانية وقد تكون ٤٠ أو ٦٠ مرة • ولهذا السبب لا نلاحظ هذا التغير فى اضاءة المصباح الكهربى مثلا •



اكتشاف أورستد : عند مرور تيار كهربى فى سلك يكتسب السلك المغناطيسية •

المغناطيس الكهربى

الواقع أن فاراداى وسير همفرى قد وضعا الأساس لتوليد كميات ضخمة من الكهربا باكتشاف امكان تحويل المغناطيسية الى كهربا ، وقبل ذلك ببضع سنوات اكتشف العالم الدانمركى هانز كريستيان أورستد أن الكهربا يمكن تحويلها الى مغناطيسية • فبينما كان يحاضر طلبته ، دفع أورستد بوصلة تحت سلك متصل ببطارية فلاحظ انحراف ابرة البوصلة عن خط الشمال ـ الجنوب وكأن هذا يحدث فقط حين مرور التيار فى السلك . فسر أورستد ذلك بأن للكهربا تأثيرا مغناطيسيا ، أى ان السلك الذى يمر به تيار كهربى يحيط به مجال مغناطيسى ، مثل هذا السلك يمكن أن يعتبر « مغناطيسا كهربيا » •

ونستطيع أن نقوم بتجربة لتوضيح فكرة المغناطيس الكهربى باستعمال سلك معزول وعمود جاف ، ويمكنك عمل الملف بلف سلك حول جسم أسطوانى ، كقلم رصاص ، عدة مرات (٤٠ ـ ٥٠ لفة) • اكشف طرفى السلك ووصلهما بالعمود الجاف • اختبر الملف تجد أنه يجذب برادة الحديد وأنه يؤثر فى ابرة البوصلة فتنحرف عن اتجاهها الأصلى ، فكأن الملف أصبحت له خصائص المغناطيس مادام يسرى فيه التيار • ولعمل مغناطيس كهربى أقوى لف السلك المعزول حول مسمار

حديدى كبير تجد أنه يجذب أجساما أثقل كالمقص والسكاكين ٠

وللمغنـــاطيس الــكهربى فوائد تميزه عن المغناطيس المعتاد ٠ منها أنه يمـــكن عمله بحيث يكـون قويا جدا وتزداد قوتهـا بزيادة عدد لفات السلك أو بزيادة قوة التيار.ويستخدم المغناطيس الكهربى فى رفع كميات ضخمة من الحديد الخردة لتحميل اللوريات أو شـحن السفن بها (الونش المغناطيسى) ٠

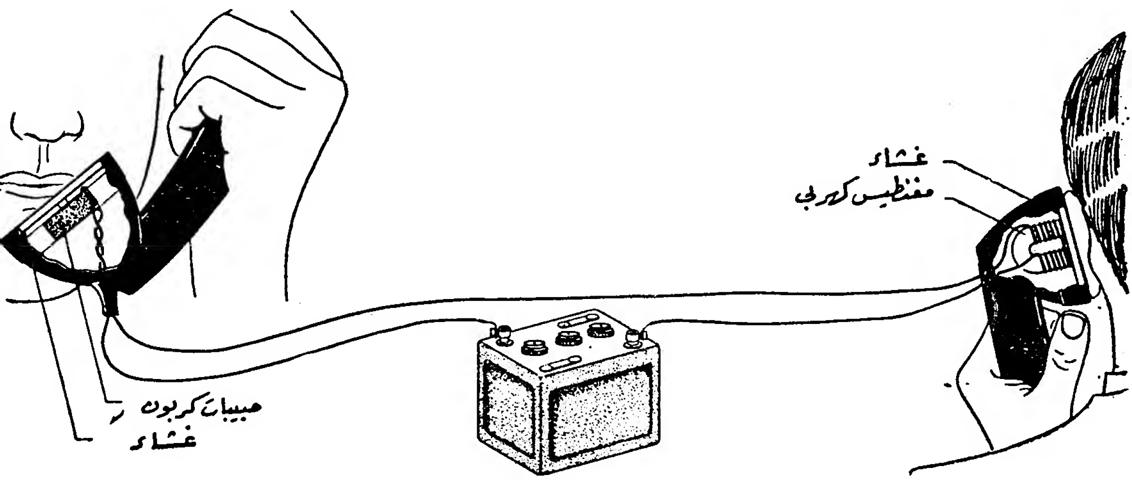
والميزة الثانية للمغناطيس الكهربى هو أنه مغناطيس مؤقت ، ولهذا السبب فانه عند توصيل التيار الى المغناطيس الكهربى بالونش المغناطيسى المذكور يصـــبح مغناطيسا ويحمل كمية الحديد الخردة ، وعند وقف التيار الكهربى يفقد المغناطيس مغناطيسيته وتسقط قطع الحديد الخردة ٠

التلغراف

تعتمد فكرة التلغراف على احدى خصائص المغناطيس الكهربى وهـو أنه مغناطيس مؤقت ٠ ففى سنة ١٨٣١ قام البروفســير جوزيف هنرى بتجربة شائقة فى احدى محاضراته بأكاديميـــة البانى بأمريكا ٠ فقد لف سلكا طوله عدة أقدام على قضيب من الحديد فأعد بذلك مغناطيسا كهربيا ثم وصل هـــذا المغناطيس بسلك طويل (طوله ميل) لفه عدة مرات حول حجرة الدراسة ويتصل من طرفه البعيد ببطارية ٠ وقد عرف هنرى من تجارب أورستد أن المغناطيس الكهربى يكتسب أو يفقد المغناطيسية باغلاق أو قطع الدائرة ٠ وفـكر فى وضع مفتاح فى الدائرة لاغلاقها أو فتحها . ومن الممكن طبعا أن يكون هذا المفتاح على بعد بضـع أقدام أو ياردات من المغناطيس الكهربى كما يمكن اذا توافر لديه مقدار كاف من السلك ، أن يكون المفتـــاح على بعد ميل أو أكثـر من المغناطيس الكهربى ٠

وبالقرب من المغناطيس الكهربى ثبت هنرى عمودا من الصلب بحيث يطرق ناقوسا اذا ماتحرك وكانت دهشة الطلبة كبيرة عندما أغلق الدائرة التى كان طولها ميـلا كاملا فانجذب القضـــيب الصـلب نحـو المغناطيس ودق الناقوس ، وأدرك الطلبة أن اشارة قد أرسلت فى الحال لمسافة ميل.

ولم يركز هنرى بحوثه على اختراعه هذا ، ولكن العالم الأمريكى مورس ــ الذى كان معجبا بالمغناطيس الكهربى الذى أعده هنرى ــ فكر فى استغلاله فى عمل تلغراف ٠ وتصور أن شخصا يقوم بارســال اشـارة فى طرف الخط عن طريق مفتاح يكمل الدائرة ، وأن الشخص الآخر عنـد الطرف الآخر للخط سيجد أن المغناطيس الكهربى



عندما تتكلم فى مرسل التليفون يتذبذب الغشاء ويؤثر ذلك فى التيار الكهربى ، الذى يؤدى بدوره الى اهتزاز الغشاء فى المستقبل ويكرر الصوت الأصلى ٠ للتفاصيل أنظر النص٠

المتصل بهذه الدائرة يجذب قضيبا من الحديد ، وعندما يقطع المرسل الدائرة تتلاشى قوة جذب المغناطيس ، فاذا ماكان القضيب الحديدى مثبتا بسلك لولبى فانه يعود الى وضعه الأصلى • وعلى هذا اذا تكرر فتح واغلاق الدائرة بسرعة صدر عن المغناطيس الكهربى وقضيب الحديد طرقة سريعة يمكن أن تعتبر « نقطة » • واذا تم قطع واغلاق الدائرة ببطء حدثت طرقة بطيئة يمكن أن تعتبر « شرطة » (ـ) • وقد أمكن الاتفاق على اشارات مكونة من النقط والشرط تقابل الحروف الأبجدية تستعمل فى ارسال الرسائل على بعد أميال •

وبمساعدة مخترعين آخرين تمكن مورس من عمل تلغراف صالح للاستعمال على نطاق عملى • وفى سنة ١٨٨٤ أرسلت أول رسالة مابين مدينة واشنطن ومدينة بلتيمور •

التليفون

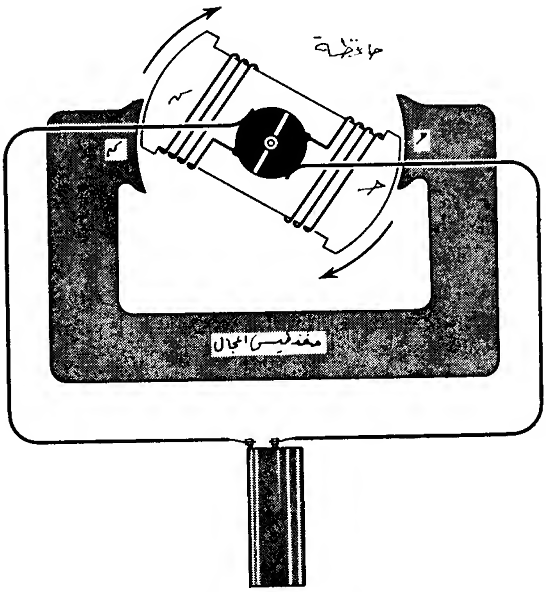
فى التلغراف تتسبب الكهربا فى أن يجذب المغناطيس الكهربى قضيبا من الحديد ليحدث طرقات • أما فى التليفون فانها تجعل المغناطيس الكهربى يجذب قرصا من الحديد يقوم بنقل الصوت • فكيف يحدث ذلك ؟

والواقع أن التليفون نتيجة فرعين من فروع العلوم الطبيعية هما الصوت والكهربا • وسنتناول فى الفصل التالى موضوع الصوت • وقد يساعدنا مؤقتا أن نعلم أن صدور صوت من أى جسم كالطبلة مثلا هو نتيجة تذبذبه بسرعة ، وتنتقل هذه الذبذبة عبر الهواء الى طبلة الأذن •

والتليفون الذىاخترعه الكسندر جراهام بل سنة ١٨٧٦ عبارة عن قطعتين : مرسل ومستقبل• والمرسل الذى نتحدث فيه هو جزء من دائرة كهربية تمتد على طول الطريق حتى تستقبل الشخص الآخر الذى يحادثك فى نهاية الخط • وتقوم محطة التليفون (السنترال) بالاضافة الى توصيلك بأصدقائك بتوليد الكهربا اللازمة لدائرة التليفون الكهربية . وفى داخل المرسل يوجد صندوق صغير ملىء بحبيبات سوداء من الكربون تكون جزءا من الدائرة الكهربية . وعلى الالكترونات أن تنساب خلال هذه الحبيبات لتكمل الدائرة • وعندما تتكلم يتأثر جدار الصندوق الصغير بالاهتزازات التى تحدثها الحبال الصوتية فى حنجرتك ، وفى كل مرة يهتز جدار الصندوق الى الداخل ويضغط على حبيبات الكربون • وفى كل مرة يتحرك الجدار الى الخارج تتباعد حبيبات الكربون ويتأثر سريان التيار الكهربى نتيجة لانضغاط وتباعد حبيبات الكربون •

فعندما تنضغط حبيبات الكربون تتلاصق بشدة فتكون كتلة صلبة يمر بها التيار الكهربى بسهولة • ولكنها عندما تتباعد فيقل تماسكها فيضعف مرور التيار لزيادة المقاومة •

وعلى هذا فان أثر التحدث يكون منحصرا فى تغيير قوة التيار الكهربى المار فى الدائرة مرة يكون قويا وأخرى يكون ضعيفا خلال الدائرة الكهربية التى تصل المتحدث بالمستمع • ويجب



تجذب أقطاب مغناطيس المجال فى الموتور الكهربى الأقطاب المضادة فى الملف وتسبب دورانه •

أن نلاحظ هنا أن الاهتزازات الصوتية لم تنتقل خلال السلك • ولكن مايحدث هو أنها تسبب تغييرا فى قوة انسياب الالكترونات فى السلك بدلا من سيرها بمقدار واحد منتظم ، فكأن الاهتزازات الصوتية قد تحولت الى نوع من الذبذبات الكهربية تنتقل بسرعة البرق من المتحدث الى المستمع •

ويقوم المستقبل بتحويل الذبذبات الكهربية الى ذبذبات صوتية • وأهم أجزاء المستقبل هو مغناطيس كهربى وقرص من الحديد • فلنبحث الآن أثر تغير قوة التيار على هذه الأجزاء الرئيسية فى المستقبل ، فعندما يمر تيار قوى يصبح المغناطيس الكهربى قويا فيجذب القرص بقوة • وعندما يكون التيار ضعيفا يعود القرص الى الخلف. وعلى هذا فان تغير قوة الكهربا فى الدائرة يجعل القرص يتذبذب ، وتؤثر هذه الذبذبة على الهواء الملامس للقرص فيهتز وتنتقل الاهتزازات الى طبلة الأذن فيسمع الصوت الذى هو صورة طبق الأصل من الصوت الأصلى الذى أصدره المتحدث •

والخلاصة هى :

١ ــ اهتزازات الصوت تتحول الى ذبذبات كهربية فى المرسل •

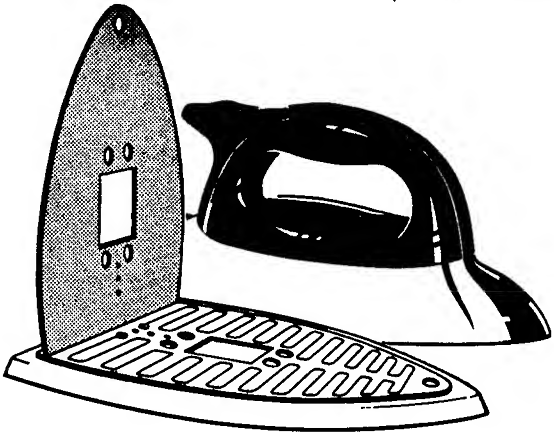
٢ ــ تنتقل الذبذبات الكهربية فى السلك الى المستقبل •

٣ ــ يقوم المستقبل بتحويل الذبذبات الكهربية الى اهتزازات صوتية •

المحرك الكهربى (الموتور)

فى كل من التلغراف والتليفون يوجد مغناطيس كهربى يجذب قطعة من الحديد ، أما فى المحرك الكهربى فيوجد مغناطيسان كهربيان يسحب كل منهما الآخر •

وقد عرفنا سابقا أن المغناطيس الكهربى يمتاز عن المغناطيس المعتاد بصفتين :



تتحول الطاقة الكهربية فى المكواه الى طاقة حرارية •

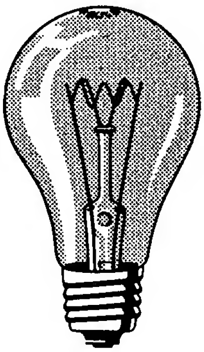
١ ــ أنه يمكن تقويته •

٢ ــ أنه يمكن التحكم فى مغناطيسيته فيفقدها أو يكتسبها •

والى هاتين الخاصتين يمكننا الآن اضافة خاصة ثالثة :

٣ ــ يمكن عكس أقطابه (تحويل الشمالى الى جنوبى أو العكس) •

ولعلك تذكر أن المغناطيس المستديم المعتاد له قطبان ثابتان أحدهما شمالى والآخر جنوبى •



يستخدم فى المصباح الكهربى فتيل رفيع يتالق بسبب مقاومته العالية •

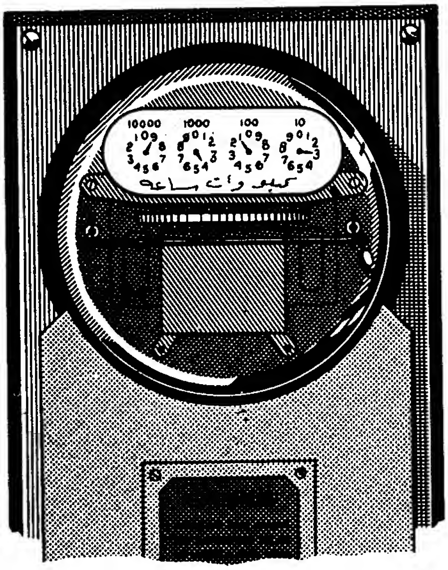
وللمغناطيس الكهربى قطبان أيضا ولكن موضعهما يحدده اتجاه التيار المار فى السلك . وعندما يعكس اتجاه التيار (كما يحدث عندما نغير الأسلاك المتصلة بقطبى العمود الجاف) ينعكس موضع القطبين فيصبح القطب الشمالى جنوبيا والقطب الجنوبى شماليا ٠

وفى المحرك الكهربى يوجد مغناطيس كهربى ثابت متصل بالاطار الخارجى ، أما المغناطيس الكهربى الآخر فيدور على العمود المتحرك للمحرك. وعندما يوصل المحرك بالتيار الكهربى يصل التيار الى المغناطيس الأول منتجا قطبين مغناطيسيين فى طرفيه ٠ ويصل التيار أيضا الى المغناطيس الثانى المتحرك مكونا فى طرفيه قطبا شماليا وجنوبيا أيضا ٠ وتتجاذب الأطراف المختلفة للمغناطيسين كما تتجاذب أقطاب المغناطيسات المعتادة ٠ ولما كان المغناطيس الثانى قابلا للحركة فانه يدور حتى يقترب قطبه الشمالى من القطب الجنوبى للمغناطيس الثابت ، ويقترب قطبه الجنوبى الى القطب الشمالى للمغناطيس الثابت ٠ واذا اقتصر الأمر على هذا الحد فان الحركة تقف تماما ، ولكن قبل أن تقترب الأقطاب المختلفة بعضها من بعض ينعكس اتجاه التيار فى المغناطيس المتحرك فيعكس بالتالى مواضع الأقطاب ويصبح القطب الشمالى قريبا من القطب الشمالى للمغناطيس الآخر فيحدث التنافر بينهما ، وبهذا يستمر المحرك فى الدوران ٠

والمحرك الكهربى هو فى تركيبه عكس المولد الكهربى الذى يحول الحركة الى كهربا ، أما فى المحرك فان الكهربا تولد الحركة ٠

استغلال الكهربا فى توليد الحرارة والضوء

كثيرا من الأدوات الكهربية المنزلية كالمدفأة والغلاية والمكوى والفرن والسخان ، تحول الطاقة الكهربية الى طاقة حرارية ، فاذا دفعنا الالكترونات لأن تمر قسرا بأسلاك تلك الأدوات التى تقاوم التيار فان جزءا من طاقة تلك الالكترونات التى



من السهل قراءة العداد الكهربى الموجود فى كل منزل ٠ والقراءة الحالية للعداد فى الشكل ٩٫٤١٣ كيلووات ساعة ٠ ويمكن معرفة استهلاك هذا الشهر بطرح القراءة السابقة من هذه القراءة ٠

تمر فى السلك تتحول الى طاقة حرارية ، وتزداد مقاومة الأسلاك كلما صغر سمكها ، أو اذا كانت مصنوعة من مادة ذات مقاومة عالية ، كالحديد والنيكروم (سبيكة من النيكل والكروم والصلب).

وفى المصباح الكهربى المعتاد توجد فتيلة ذات مقاومة عالية تجعل درجة حرارته ترتفع لدرجة التوهج ٠ وقد بدأ العالم أديسون تجاربه التى انتهت باختراع المصباح الكهربى عام ١٨٧٧ . وقد بحث الكثير من العلماء قبل هذا التاريخ عن طريقة لاستغلال التيار الكهربى فى توليد الضوء . وبقى لأديسون أن يثبت أن المصباح يجب أن يحوى سلكا غاية فى الدقة لتزداد مقاومته بدرجة تجعله يتوهج عند مرور التيار ٠ ووضع هذا السلك الرفيع (الفتيلة) داخل فراغ خال من الأوكسجين حتى لا يحترق ٠ وأمكن تحقيق ذلك بتفريغ الهواء من المصباح ٠

وكانت هذه الفتيلة فى أول الأمر تصنع من الورق المتفحم (المكربن) • وبعد بحوث طويلة وجد أن أنواعا معينة من الياف البامبو (الغاب) عندما تتفحم تصبح فتيلة قوية • واستخدم مصباح الكربون حوالى ٢٥ عاما ثم استبدل الكربون فيها بسلك دقيق من التنجستن التى لم تقتصر مميزاته على قلة التيار الذى يستهلكه بل لقدرته على تحمل درجات الحرارة العالية دون أن ينصهر ، وبهذا يمكن الحصول على ضوء أبيض ناصع • وهناك تطوير آخر زاد من عمر المصباح هو ملء المصباح ببعض الغازات الخاملة كالأرجون الذى لا يساعد على الاشتعال • وفى هذا النوع من المصابيح يقل تبخر مادة الفتيلة ، وبهذا يطول عمر المصباح •

قياس التيار الكهربى

تمكن العلماء من اختراع أجهزة لقياس التيار الكهربى ، نشاهدها مبينة على كثير من الأدوات الكهربية التى نستخدمها • ومن الوحدات المستعملة فى القياس : الأمبير ، والفولت ، والاوم ، والوات ، والوات ــ ساعة •

والأمبير وحدة لقياس سرعة انسياب تيار الالكترونات فى السلك ، فالمصباح الذى قوته ٦٠ وات يحتاج الى ½ أمبير ، والمكوى الكهربية تحتاج من ٤ ــ ٥ أمبير •

أما الفولت فهو وحدة قياس القوة الدافعة اللازمة للمحافظة على اندفاع الالكترونات بسرعة معينة • وللعمود الكهربى الجاف الجديد قوة دافعة تقدر بواحد ونصف فولت ، والمركم الكهربى (البطارية) فى السيارة له قوة دافعة ٦ فولت ، والقوة الدافعة للتيار الكهربى فى المنزل ١١٠ أو ١٢٠ فولتا • وينقل التيار الكهربى الى مسافات بعيدة من محطات التوليد بقوة تصل الى ٢٠٠٫٠٠٠ فولت أو أكثر •

أما الأوم فهو وحدة قياس المقاومة الكهربية، ويستخدم فى تقدير مقاومة الأسلاك لاندفاع الالكترونات خلالها • ويستخدم النحاس فى التوصيلات الكهربية لأن مقاومته بسيطة لاندفاع الالكترونات بالنسبة لغيره من المواد المعدنية فيما عدا الفضة •

أما الوات فهو وحدة قياس القوة الكهربية • وهذه القوة هى حاصل ضرب عدد الأمبيرات فى الفولت ، فاذا كان هناك مصباح موصل بتيار المنزل الذى قوته الدافعة ١٢٠ فولتا والذى يمر منه ½ أمبير تكون قوته ½ × ١٢٠ = ٦٠ وات. ولما كان الوات وحدة صغيرة فان الكيلوات تساوى ١٠٠٠ وات وهو الذى يستخدم فى تقدير القوة .

أما « الكيلوات/ساعة » فهو وحدة تستخدم فى تقدير الشغل الكهربى • وتستخدم شركة الكهربا هذه الوحدة فى حساب كمية الكهربا التى تستهلكها ، وعلى هذا فان فى مصباح ١٠٠ وات استخدم لمدة ١٠ ساعات يكون الشغل الحادث هو ١٠٠٠ وات/ساعة ، أو واحد كيلوات/ساعة ، فاذا كان سعر الكيلوات/ساعة ٢٨ مليما فان قيمة التيار المستهلك تكون ٢٨ مليما • قم بفحص أحد فواتير التيار الكهربى الشهرية لتعرف كيف تحسب التيار الذى استهلكته •

ان أسماء جميع هذه الوحدات التى أشرنا اليها هنا منسوبة الى أسماء العلماء الذين أسهموا فى البحوث التى أدت الى زيادة معرفتنا بأسرار الكهربا •

وفيما يلى بعض التعميمات الهامة التى يمكن استخلاصها مما سبق :

- عندما يعلق المغناطيس حرا فانه يأخذ وضعا ثابتا متجها نحو الشمال/الجنوب، وبذا يصبح بوصلة •
- تتركز قوة المغناطيسات عند أقطابها •
- تتجاذب الأقطاب المختلفة وتتنافر الأقطاب المتشابهة •
- تعمل الأرض كمغناطيس •
- تعزى مغناطيسية المادة الى الخواص

المغناطيسية لالكترونات ذراتها والى ترتيب هذه الذرات •
- يمكن مغنطة ابرة أو قضيب من الصلب عن طريق الدلك بمغناطيس •
- تنتج الكهربا من التركيب الالكترونى والبروتونى للذرات •
- يؤدى احتكاك جسمين الى انتقال الالكترونات من أحد الجسمين الى الآخر ، وبذا يصبح كلاهما مشحونا بالكهربا •
- الجسم الذى يفقد الكترونات يصبح موجب الشحنة ، والجسم الذى يكتسب الكترونات يصبح سالب الشحنة •
- تتجاذب الشحنات المختلفة وتتنافر الشحنات المتشابهة •
- يتولد البرق نتيجة انتقال شحنات كهربية •
- التيار الكهربى هو انسياب تيار من الالكترونات فى دائرة كهربية •
- المنصهر (الكبس) هو أضعف جزء فى الدائرة الكهربية •
- فى الأعمدة الكهربية والبطاريات يبدأ التفاعل الكيموى فى تحريك الالكترونات فى اتجاه واحد ليحدث تيارا كهربيا •
- تحريك ملف من الأسلاك بالقرب من مغناطيس أو تحريك مغناطيس بالقرب من ملف يسبب اندفاع الالكترونات فى سلك الملف • وهذه هى فكرة المولد الكهربى •
- عندما يمر التيار الكهربى فى سلك فان السلك يصبح مغناطيسا • وهذه هى فكرة المغناطيس الكهربى الذى هو أساس عمل المحرك الكهربى والتلغراف والتليفون وغيرها من الأجهزة •
- يمكن تحويل الطاقة الكهربية الى أنواع أخرى من الطاقة :
حرارة - ضوء - حركة - صوت •

تجارب يمكنك القيام بها

١ - احسب قراءة عداد كهربى ثم اشرح كيف أمكنك حسابها •

٢ - قم بعمل مسح فى البيئة لتكتشف بعض استعمالات جديدة للمغناطيس •

٣ - قم بفحص ثلاثة أنواع مختلفة من الأدوات الكهربية غير الصالحة للعمل • قم بعمل قائمة بالأسس العلمية فى الكهربا التى استخدمت فى صناعة كل جهاز لتجعله يؤدى وظيفته بدقة •

٤ - قم بعمل قوائم بأماكن فى المنزل يمكن أن تحدث فيها حوادث تسبب التيار الكهربى واقترح بعض الاحتياطات التى يمكن اتخاذها لتجنب حدوثها •

٥ - ابحث عن أمثلة للكهربا الساكنة فى البيئة التى تعيش فيها ، احتفظ بقائمة للأماكن التى شاهدت فيها هذه الظاهرة ، ثم اشرح الظروف التى أدت الى تفريغ الشحنة الكهربية •

٦ - ابحث عن كيفية وقاية المبانى المرتفعة فى المدينة من أخطار البرق (الصواعق) •

٧ - اكتشف مايأتى فى منزل من المنازل : أين تدخل الكهربا فى المنزل ؟ كم عدد المنصهرات المستخدمة (الكبسات) • أى الأدوات الكهربية يستهلك كمية أكبر من الكهربا ؟ ماهو المصدر الذى يحصل منه المنزل على التيار الكهربى ؟

٨ - عين مكان البطارية فى سيارة • حاول معرفة قوتها بالفولت • حاول أن تعرف لماذا يجب اضافة ماء اليها • حاول أن تتعرف فوائد الكهربا فى الأجزاء المختلفة من السيارة •

٩ - قم بعمل قائمة للأجهزة الكهربية التى تستخدمها فى منزلك • حاول معرفة أى هذه الأجهزة يحتوى على محرك كهربى ، وأيها به أسلاك ذات مقاومة عملية ، وأيها يحتوى على مغناطيس كهربى •

١٠ - افحص أحد اعلانات النيون لكى تكتشف نقط اتصالها بالتيار العمومى وكيف تتكون دائرتها الكهربية وكيف تضاء وكيف تطفأ •



الفصل الحادى والعشرون - ب

تدريس « المغناطيسية والكهرباء »

تدخل المغناطيسية والكهربا فى حياة الأطفال اليومية فهم يستعملونها فى أغراض متعددة ويجدون متعة كبيرة فى اجراء بعض التجارب البسيطة التى تزودهم بخبرات مشوقة فى العلوم. وكثيرا مايحضر الأطفال معهم بعض اللعب التى تعتمد فى عملها على المغناطيسية • وعندما يشاهد الأطفال البوصلات المغناطيسية كثيرا مايتساءلون عن السبب فى اتجاه الابرة دائما الى الشمال والجنوب ، وعن الحكمة فى أن المغناطيس يجذب بعض الأجسام دون البعض الآخر • كما أن سماع جرس كهربى وهو يدق ، أو مشاهدة الزينات الكهربية فى احدى المناسبات ، يثير كثيراً من الأسئلة عن الكهربا بدافع الرغبة فى الاستكشاف وحب الاستطلاع ، وكثيرا مايكون الأطفال قد فكروا فعلا فى بعض الأسئلة وكونوا فى اذهانهم بعض الاجابات عنها سلفا •

وآذا كنت ستساعد الأطفال فى دراسة المغناطيسية والكهربا فيجب أن تتذكر أن :

١ - الأطفال قادرون على احضار الكثير من الأدوات التى يمكن استغلالها فى الدروس والتجارب •

٢ - يجب أن تراعى البساطة والابتعاد عن النواحى الفنية فى عمل التجارب •

٣ - يستطيع المدرس الحصول على كثير من الأدوات ذات الفائدة فى هذه الدروس من عهدة المدرسة مثل المصابيح والمفاتيح الكهربية والأسلاك والفيشات والأكياس وغيرها •

٤ - يمكن الاستعانة بخبرات كثير من الأطفال وخاصة الأولاد كمصدر للمعلومات ، وكذلك يمكن الاستعانة بمدرس العلوم العامة فى احدى المدارس القريبة • وكما ذكرنا قبلا من المفيد الى حد كبير وجود نوع من التعاون

وتبادل الخبرة بين مدرسي الصفوف المختلفة. وفى كثير من الأحوال يؤدى تبادل المساعدات من مختلف مدرسي العلوم الى تشجيع عملية وضع تخطيط شامل لتدريس العلوم لجميع صفوف المدرسة تحقيقا لفائدة كل من يعنيهم الأمر •

٥ ـ من الضرورى مراعاة البساطة والواقعية فى تدريس هذه الموضوعات • تذكر أن الكهربا يشاهدها الأطفال ويستعملونها فى المنزل والمدرسة وفى اللعب وفى طريقهم من المدرسة واليها • وان الخبرات التى يحصل عليها الأطفال فى دراستهم للكهربا يمكن تطبيقها فى الحياة اليومية وفى تفسير مايقع عليه نظرهم فى كل مكان •

٦ ـ ليس هناك خطورة فى استعمال البطاريات الجافة • قد ترتفع درجة حرارة الأسلاك المتصلة بها أحيانا ولكن ليس هناك خطورة من ذلك • ولعل قيامك ببعض التجارب بنفسك يثير من الاهتمام أكثر مما كنت تتوقعه •

وفى الفرق الأولى من المدارس الابتدائية قد تدور الدراسة حول الوحدة الآتية :

ماالذى نستطيع عمله بالمغناطيسيات ؟ وفيم تستخدم الكهربا ؟

وفى الصفوف العليا من المدرسة الابتدائية يمكن أن ترتفع بمستوى الدروس كما يأتى :

كيف تستخدم الدوائر الكهربية ؟ كيف تستخدم الكهربا فى وسائل الأعلام والاتصال والمواصلات ؟

وقد استخدمت المناشط الآتية فى الصفوف الأولى من المدرسة الابتدائية بنجاح بالاضافة الى غيرها من المقترحات التى يمكن استخلاصها من بقية الفصل :

١ ـ البحث فى المنزل عن أهم فوائد الكهربا •

٢ ـ جمع بعض اللعب التى يدخل فيها مغناطيسات ومحاولة معرفة الطريقة التى تعمل بها •

٣ ـ استعمال مغناطيسات يلعب بها الأطفال محاولين معرفة أقوى أجزاء المغناطيس .... الخ •

٤ ـ عمل توصيله مصباح كهربى أو جرس بمساعدة بعض الأطفال الكبار •

٥ ـ تعرف النواحى التى تستخدم فيها الكهربا فى المدرسة •

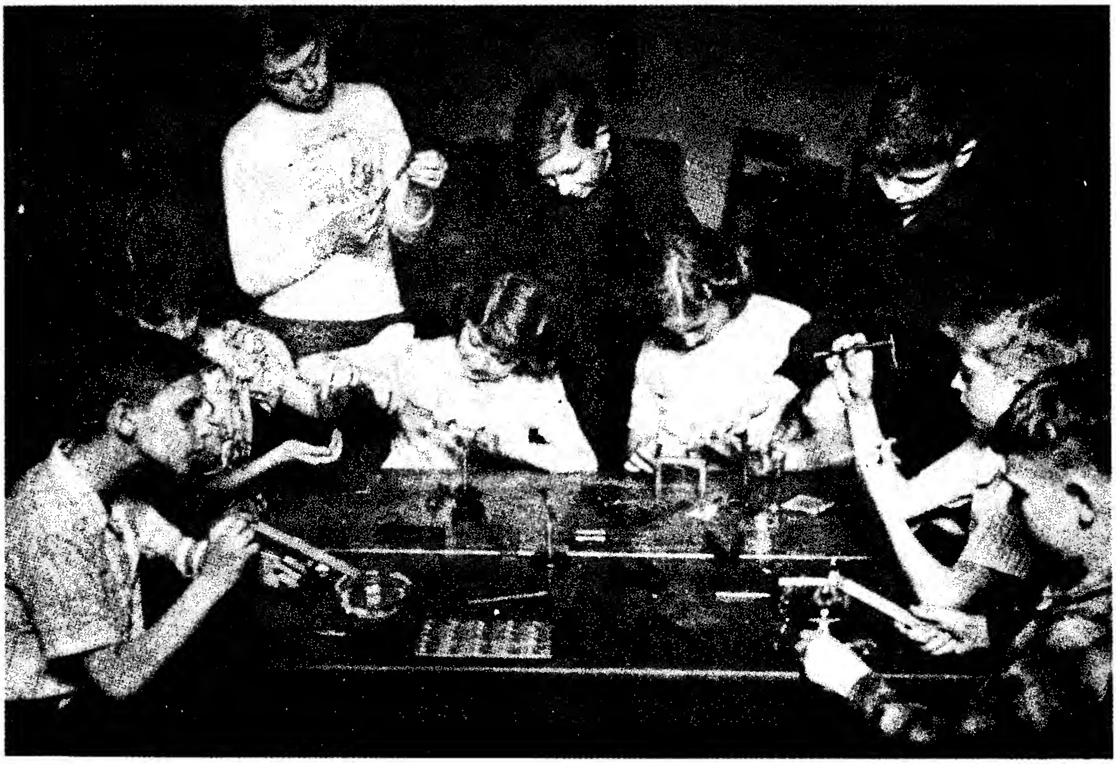
٦ ـ فحص بعض الأجهزة والأدوات التى تعمل بالكهربا لمعرفة ما اذا كانت الكهربا تتسبب فى توليد حرارة أو ضوء أو حركة •

٧ ـ فحص البطارية الجيب لمعرفة كيف تعمل •

٨ ـ القيام بجولة فى الحى أو المناطق المحيطه بالمدرسة لتعرف النواحى التى تستخدم فيها الكهربا فى البيئة المحيطة •

جمع بعض المواد

يمكن الاستعانة بالأطفال فى جمع كثير من الأدوات التى تحتاج اليها الدراسة لاجراء التجارب وعمل المشاهدات اللازمة • ويحسن أن نجمع بعض هذه الأدوات مقدما حتى تكون فى متناول أيدينا عند البدء فى اجراء التجارب • ويستطيع الأطفال شراء الأدوات البسيطة المستعملة من المحلات التى تبيع هذه المخلفات أو من منازلهم • وبهذه الطريقة يمكن جمع عدد من الأدوات مثل مكواة كهربية قديمة أو السخانات أو غيرها • ويمكن للأطفال احضار بطاريات جافة قديمة ومصابيح كهربية لفحصها • واذا كان احد أولياء أمور الأطفال ممن يعملون فى الأعمال الكهربية



يمكن عن طريق هذه التجارب المتعددة باستخدام قضبان مغناطيسية والابر الممغنطة وغيرها من الأدوات البسيطة فهم فكرة البوصلة وقد أجرى كل تلميذ تجربة تساعد فى حل المشاكل التى تحدث قبل بدء الدراسة .

فانه يكون ذا نفع كبير فى تزويد الفصل بالأدوات والمعلومات .

ومن المهم أن يدرب الأطفال على تحمل المسئولية والاعتماد على النفس فى المدرسة الابتدائية . ولاشك أن من الوسائل التى تحقق هذا الهدف وضع جزء كبير من المسئولية على الأطفال أنفسهم ، ثم مساعدتهم عند الضرورة على انجاز ماتكلفهم به من أعمال . ولاشك أن تكليف الأطفال بجمع الأدوات اللازمة لتجارب دروس الكهربا مثلاحى لتدريب التلاميذ على تحمل مزيد من المسئولية .

إجراء التجارب على المغناطيسات

يستطيع الأطفال أن يحضروا الى المدرسة الكثير من المغناطيسات المختلفة الأشكال والأحجام. واذا توافرت الامكانيات المادية يمكن شراء قطعة من الحجر المغناطيسى وزوج من القضبان المغناطيسية ومغناطيس حذاء الفرس . ويمكن تشجيع الأطفال على عمل قائمة بالأجهزة التى تستعمل فيها المغناطيسات بالمنزل . وأما فى المدرسة فيجب تشجيعهم على أن يكتشفوا بأنفسهم خواص المغناطيسية والمغناطيسات ، ويمكن تنفيذ ذلك فى أوقات الفسح أو فى أى وقت فراغ قبل أن تبدأ دراسة المغناطيسية بوقت كاف . وعند البدء فى دراسة المغناطيسية تعطى الفرصة لبعض الأطفال لأن يعرضوا على زملائهم ماتوصلوا الى اكتشافه من خصائص المغناطيسية . ويستطيع الأطفال أنفسهم تصميم عدد من التجارب التى تستعمل فيها المغناطيسات ، لأن معظم هذه التجارب غاية فى البساطة .

ويمكن الوصول الى الاجابة عن الأسئلة الآتية عن طريق القيام ببعض التجارب البسيطة :

- كيف يمكن اثبات أن بعض المغناطيسات أقوى من غيرها ؟
- كيف يمكن اكتشاف أقوى مواضع على المغناطيس ؟

– كيف تستطيع مغنطة ابرة وتحويلها الى مغناطيس ؟
– كيف يمكن معرفة ما اذا كان الحجر المغناطيسى له قطبان ؟
– كيف يمكن معرفة مايحدث للأقطاب المغناطيسية عند تقريبها من بعضها (مختلفين أو متشابهين) ؟
– كيف يمكن عمل بوصلة مغناطيسية بسيطة باستعمال قضيب مغناطيسى ؟
– كيف يمكن معرفة ما اذا كانت ساق معدنية ممغنطة أم غير ممغنطة ؟
– مانوع المواد التى يجذبها المغناطيس ؟
– مانوع المواد التى تخترقها المغناطيسية ؟
– كيف يمكن تحويل جسم الى مغناطيس مؤقت ؟

ويستطيع الأطفال أن يعملوا فى مجموعات صغيرة لاعداد التجارب وعرضها على سائر الأطفال ويحسن أن توضع فى أول الأمر خطة يوزع بها العمل على المجموعات المختلفة • ولذه الطريقة أهمية كبيرة ، وبخاصة عند بدء تدريب الأطفال على العمل فى مجموعات صغيرة

وفى أثناء القيام بالتجارب يجب ألا نسمح للأطفال بأن يصلوا الى تعميمات نتيجة لمحاولاتهم الأولى • فعلى سبيل المثال لايجوز بعد أن يقوم الأطفال ببعض التجارب على دبوس أو مسمار أن يصلوا الى تعميم يقول بأن المغناطيس يجذب كل المسامير والدبابيس • واذا كانت قطعة من الصفيح تنجذب الى المغناطيس فلا يكفى ذلك لأن نقول أن المغناطيس يجذب القصدير . فالصفيحة كما تعلم مصنوعة من الصلب المغطى بطبقة رقيقة من القصدير • وتستطيع المغناطيسية اختراق طبقة القصدير الرقيقة التى تغطيها تماما كما تخترق قطعة الورق التى نضع عليها برادة الحديد أو المسامير أو الدبابيس •



تختبر تلميذة من مدرسة شيكاغو العامة ما اذا كانت الطاقة المغناطيسية تمر خلال الورق • وستقوم باختيار الزجاج ولوح رقيق من الورق وأنواع مختلفة من المعادن •ويجذب المغناطيس القوى المعلق ماسك الورق ويحملا معلقا •



باستخدام كرة من المطاط ككرة ارضية ومغناطيس يمر بداخلها لتوضيح المغناطيسية الأرضية ، يستطيع التلاميذ استخدام بوصلة لفهم طريقة تحديد الاتجاهات · لاحظ أن المغناطيسية تخترق الكرة فى مواضع الأقطاب المغناطيسية وليست الجغرافية ·

ويجب أن تعطى الفرصة للأطفال كي يصمموا التجارب للاجابة عن الأسئلة المبينة آنفا · وعليهم أن يقوموا بعد ذلك بتنفيذ التجربة وتحقيق نتائجها ·

إجراء تجارب تحديد خطوط القوى المغناطيسية

من التجارب المشوقة التى يمكن القيام بها أن نأتى بمغناطيس ونضعه على المنضدة ثم نضع قطعة من الورق فوق المغناطيس وننثر قليلا من برادة الحديد على الورق · وبطرق الورق بحافة القلم يتكون على الورقة شكل خاص كونته برادة الحديد متأثر بالمغناطيس ، ويوضح هذا الشكل أن المغناطيسية تتكون من خطوط قوى تكون شكل المجال المغناطيسى حول القضيب المغناطيسى · ويمكن استبدال قطعة الورق بلوح زجاجى · ومثل هذه التجربة تكون مناسبة للفرق المتوسطة من المرحلة الابتدائية أكثر منها للفرق الأولى ·

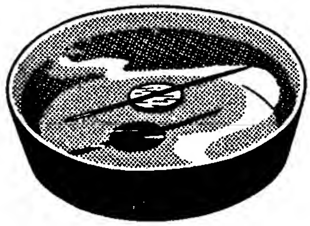
عمل بوصلة

يمكن للأطفال عمل بوصلة بسيطة بتعليق قضيب مغناطيسى حر بواسطة خيط · وعند تعليق هذا المغناطيس يظل يتذبذب فترة حتى يثبت فى وضع متجها نحو الشمال والجنوب · وقد يبتكر الأطفال طرقا أخرى لعمل بوصلة بسيطة بوضع قطعة من الفلين على سطح الماء فى اناء ثم وضع ابرة ممغنطة على قطعة الفلين · ويمكن مغنطة الابرة بدلكها بمغناطيس مستعملين فى ذلك قطبا واحدا للمغناطيس مع مراعاة أن يكون الدلك فى اتجاه واحد · وبعد برهة نجد أن قطعة الفلين قد استقرت فى وضع تتجه فيه الابرة نحو الشمال والجنوب ·

ويحسن أن يعرض المدرس على الأطفال بوصلة حقيقية · واذا لم تتوافر البوصلة فى المدرسة فقد يستطيع أحد الأطفال احضار واحدة من منزله · وبواسطة البوصلة يتعلم الأطفال الاتجاهات الأصلية · ويمكن للأطفال فى أثناء القيام بهذه التجربة ربط العلوم بالمواد الاجتماعية عن طريق آثارة مثل هذا السؤال: لماذا كان اختراع البوصلة أمرا هاما لتطوير حضارة الانسان ؟ » ·

عمل تجارب على الكهربا الاستاتيكية

هناك كثير من التجارب التى يستطيع الأطفال



مواد مثـــل الفلين والابرة واناء به ماء ومغناطيس يسهل الحصول عليها • ويمـــكن للتلاميذ أن يعملوا فى مجموعات بحيث تصنع كل مجموعة بوصلة • وتستطيع كل مجموعة مقـارنة انتاجها بالمجمـــوعات الأخرى وكذلك بالبوصلة التجارية •

اجراؤها فى دراسة الكهربا الاستاتيكية • ويحسن أن تبدأ بأن نعطيهم الفرصة لعرض تجاربهم التى يعرفونها من قبل مثل الربت على فروة القط ، أو تمشيط الشعر أو دلك مشط على قماش البدلة الصوف أو تعليق قطع صغيرة من فوط الورق على السبورة بعد دلكها جيدا بقطعة من الحرير • ومن التجارب البسيطة التى يمكن اجراؤها فى الفصل وضع طرفى لوح من الزجاج فوق كتابين موضوعين على المنضدة وبينهما مسافة حوالى عشرة سنتيمترات ثم وضع قطع صغيرة من الـورق تحت اللـوح الزجاجى فى المسافة بين الكتابين ، ثم دلك اللوح الزجاجى من أعلى بقطعة من الحرير بشدة ، فنشاهد قطع الورق وهى تتطاير بـين اللـوح الزجاجى والمنضدة • كرر التجربة عدة مرات مستعملا كتبا مختلفة السمك لتحديد أقصى مسافة يستطيع الورق أن يقفزها •

واذا أجريت تجارب الاستاتيكية فى الظلام فقد يتمكن الأطفال من مشاهدة الشرارة الكهربية وعندئذ قد يستطيع الأطفال ادراك العلاقة بين البرق والكهربا • ومن العبث فى المرحلة الابتدائية الدخول فى تفاصيل عن الالكترونات وخواصها ، ولو أنه فى بعض الأحيان قد يستطيع بعض النابهين من الأطفال التعمق فى تفاصيل أعمق من مستوى الأطفال العاديين • وتنجح معظم تجارب الكهربا الاستاتيكية ، وبخاصة فى الأيام الباردة الجافة أكثر من الأيام الحارة الرطبة ، ويمكن للأطفال عمل التجـارب فى أيـام مختلفة الحـرارة والرطوبة لاكتشاف هذه الحقيقة •

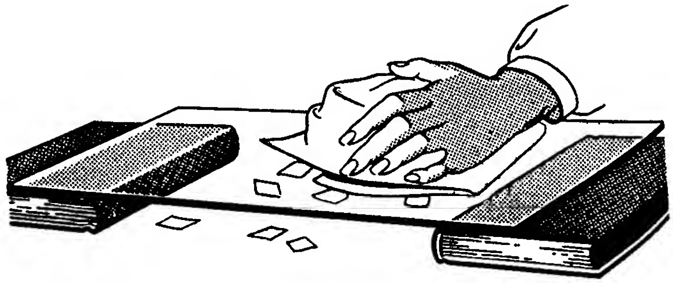
تنفيذ بعض المفاهيم الخاطئة عن البرق

هنـاك كثـير من المفاهيم الخاطئة عن البرق وعن أخطاره • وقد قام الأطفال فى أحد الفصول باعداد الخطة التالية لبحث هذه المفاهيم الخاطئة •

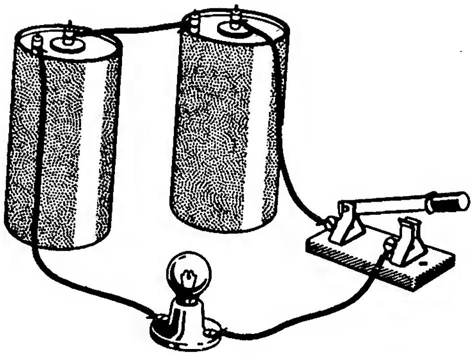
١ ــ مناقشة عدد من الأطفال والراشدين عن مختلف وســـائل الوقاية من أخطار البرق وعن أى معلومات أخرى تتصل بهذه الظاهرة الطبيعية •

٢ ــ ترتيب نتائج مناقشة هذه الموضوعات وحصر مايصل اليه كل طفل من معلومات •

٣ ــ القيام بالبحث فى كتب العلوم وفى دوائر



الكهرباء الساكنة الناتجة من دلك الزجاج بالحرير تجعل قطع الورق ترقص •



مفتــاح سكينة يســتخدم بين البطاريات الجافة والمصباح لقفل وفتح الدائرة ٠

المعــارف وغــيرها لدراســـة كل مايمكنهم الوصول اليه من معلومات عن هذه الظاهرة.

٤ ـ تقديم تقــرير للفصــل عن كل مايمكنهم الوصول اليه من حقائق نتيجــة لقيــامهم بالبحث فى هذا الموضوع ٠

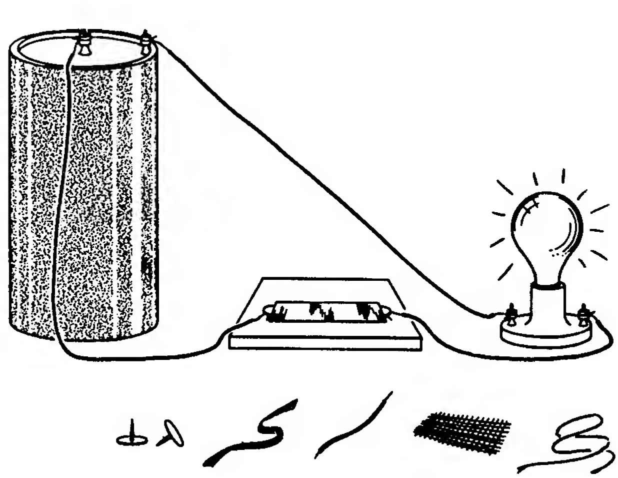
ويمكن اتباع نفس الأســـلوب فى معرفة الأخطاء العلمية الشائعة والخرافات المتعلقة بغير ذلك من ظواهر طبيعية ٠ وهذا مثال آخر يوضح لنا أهمية تذكر أهــداف تدريس العلوم فى أثناء دراستنا لحقائقها ونظرياتها ، فنحن نهتم بأكثر من مجرد استيعاب الحقائق والمعلومات ونهدف الى أبعد من ذلك بكثير ٠

وقد لجأ أحد المدرسين خلال احدى العواصف الى تحويل خوف الأطفال من البرق الى شىء آخر بأن اقترح عليهم القيام برسم تخطيطى للبرق الذى شاهدوه ٠ فأخذ الأطفال ورقا أسود ، واستعملوا طباشير وأقلاما صــفراء فى رسم البرق ، وبهذا أمكن ازالة ماكان بنفوسهم من خوف يعتريهم فى أثناء العواصف الرعدية ٠

إجراء بعض التجارب عن التيار الكهربى

المواد الموصلة والمواد العازلة :

يستطيع التلاميذ أنفســهم تصــميم بعض التجارب للتمييز بين مايوصل الكهربا وما لا يوصلها من المواد ٠ ولاجراء ذلك يلزم عمل دائرة كهربية



يمـــكن بجهاز بسيط كهذا اختبار ما اذا كانت المواد موصلة جيدة أو رديئة للكهربا ٠ ويمكن وضع المواد تحت الاختبار بين دبوس الرسم ٠ ويمكن للتلميذ ان يفكر فى عدد من المواد يقوم باختبار توصيلها للكهربا ٠

بسيطة تتكون من بطارية جافة ومفتاح كهربى ، ومصباح كهربى صغير ، وبعض الأسلاك النحاسية. بعد ذلك قم بتوصيل المصباح بالبطارية لاضاءته عند مايكون المفتاح مقفلا ثم اختبر قطعا من المطاط ، القماش ، الألومنيوم ، الحديد ... وغيرها عن طريق وضعها بين طرفى المفتاح وهو مفتوح لترى ان كانت توصل التيار فيضىء المصباح أولا توصله فيظل المصباح دون اضاءة (لاحظ أنك تستعمل مصباحا من المصابيح الصغيرة المستعملة فى البطاريات) .

وليس من الضرورى أن تستعمل مفتاحا كهربيا بل يمكن قطع الدائرة عند أى نقطة فى السلك وابعاد طرفيه ثم وضع المادة المراد اختبارها عند طرفى السلك . ويستعين الأطفال بالكتب لمعرفة قدرة المواد التى لم يستعملوها على توصيل الكهربا . ثم يستعملون ماحصلوا عليه من معلومات فى معرفة المواد المستعملة فى التوصيلات الكهربية المختلفة .

دراسة عيوب بعض التوصيلات الكهربية :

وصل بطارية جافة بمصباح كهربى بأسلاك نحاسية سبق أن نزعت المادة العازلة من بعض أجزائها . قم باحداث « تماس » من بعض الأجزاء المعراة من السلك ليدرك الأطفال ماذا يحدث عند حدوث « تماس » فى الأسلاك الكهربية ، وبهذا يدركون بعض الأسباب التى تؤدى الى حدوث الحرائق فى المنازل والخطورة التى تنشأ عن استخدام أسلاك قديمة معراة .

ولما كان للاستعمال الصحيح للكهربا أهمية كبيرة ، فاليك بعض النصائح والتعليمات اللازم معرفتها . ولا يكفى حفظ هذه النصائح واستظهارها بواسطة الأطفال ، بل يستطيع الأطفال حين دراسة الكهربا أن يجدوا تفسيرا لكل هذه النصائح والتعليمات ، وبالتالى يهتمون باتباعها . وهذه التعليمات تطبق فى المنزل والمدرسة وفى أى مكان تستخدم فيه الكهربا مادام التلاميذ يستوعبونها بطريقة وظيفية لا لمجرد الاستظهار . ومن الضرورى تحذير الأطفال من اللعب بالأسلاك التى يمر بها التيار الكهربى فى المنزل أو محاولة اصلاح كبس كهربى .

تعليمات لاتقاء أخطار استعمال الأدوات الكهربية

١ ـ افصل جميع الأدوات الكهربية عن التيار فى حالة عدم استعمالها .

٢ ـ اذا كان للجهاز الذى تستعمله مفتاح خاص لقطع التيار عنه يجب أن تقوم بقطع التيار عن الجهاز باستخدام هذا المفتاح قبل أن تفصل الجهاز وتنزع توصيله بالتيار . لابد أن يفصل الجهاز من التيار (قبل نزع الكبس) .

٣ ـ لاتحاول استعمال جهاز كهربى تعلم أنه غير سليم أو سلكا فى حالة لاتصلح للاستعمال .

٤ ـ لا تحاول اجراء أى تجربة على جهاز كهربى ، أو على سلك كهربى يمر فيه التيار .

٥ ـ لاتلمس أى جهاز كهربى أو سلك ويدك مبتلة . وتأكد من عدم لمسه اذا كان أى جزء من جسمك متصلا باحدى أنابيب المياه .

تعليمات لاتقاء أخطار استعمال الأسلاك الكهربية

١ ـ لاتلمس أو تستعمل سلكا كهربيا معرى من بعض أجزائه .

٢ ـ احترس من احتكاك الأسلاك الكهربية الموصلة بالأجهزة بأجسام حادة تؤدى الى ازالة المادة العازلة التى تغطيها أو قطعها .

٣ ـ ابتعد تماما عن أى أسلاك فى الطريق تشاهدها مدلاة من أعمدة الترام ، أو الكهربا ، أو من المنازل .

٤ ـ لاتتسلق أعمدة تحمل أسلاكا كهربية .

٥ ـ لاتلمس أى سلك كهربى ويداك مبتلتان بالماء ، وكذلك لاتمسك أى سلك أو حبل كهربى واحد أجزاء جسمك يلمس أنابيب المياه أو الصنابير أو الأجسام المعدنية .

تعليمات بشأن استعمال المنصهرات (الكبس)

١ ـ لا تحاول اصلاح كبس محروق . استعمل واحدا جديدا دائما .

٢ ـ اذا احترق أحد الكبسات استبدله بواحد جديد مناسب لحمل التيار . فاذا كان مكتوبا على الكبس الذى احترق ١٥ أمبيرا يجب احلال آخر محله مكتوب عليه ١٥ أمبيرا.

٣ ـ لاتستعمل الأسلاك النحاسية السميكة أو قطع النقود المعدنية فى اصلاح الكبس فان هذا المعدن لن ينصهر قبل أن تنصهر الأسلاك التى تحمل التيار (انظر التجارب على المنصهرات صفحة ٥٣٥) .

٤ ـ أطفىء الأنوار من كل الغرف قبل اصلاح الكبس حتى تتجنب الاصابة بصدمة كهربية .

٥ ـ لاتقف على بلاط أو أرضية رطبة وأنت تصلح الكبس ، يحسن أن تقف على لوح من الخشب الجاف .

تعليمات فى استعمال المفاتيح الكهربية

١ ـ استبدل المفتاح الكهربى بآخر بمجرد اصابتك بصدمة كهربية عند استعماله فى فتح النور أو اطفائه .

٢ ـ لا تلمس مفتاحا كهربيا ويداك مبتلتان أو عندما يلمس جسمك احدى مواسير المياه ، أو صنبورا ، أو جسما معدنيا مثل مواسير جهاز التدفئة بالبخار .

تعليمات بشأن استعمال أجهزة التدفئة الكهربية

١ ـ لا تستعمل سكينا بيد معدنية أو ملعقة أو شوكة فى اخراج قطعة خبز من مسخن كهربى أو « توستر » فى أثناء اتصاله بالتيار الكهربى .

٢ ـ لاتستخدم قطعة من القماش المبتل فى تنظيف جهاز تدفئة كهربى فى أثناء اتصاله بالتيار . اقطع التيار أولا ثم اتركه حتى يبرد .

٣ ـ لاتترك مكواة كهربية موصلة بالتيار وتنسها حتى لا تسبب حريقا .

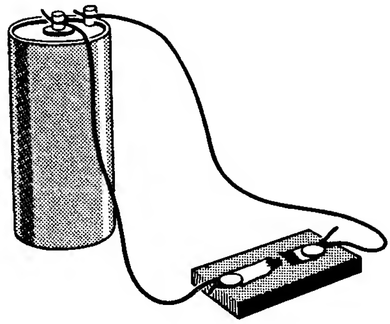
٤ ـ لاتعلق ملابس مبتلة على سخان كهربى لتجفيفها فربما تتسبب فى حريق أو فى « ماس » كهربى .

٥ ـ لاتلمس بيدك سخانا كهربيا وأنت تستحم أو حينما يكون جسمك ملامسا لصنبور أو لمواسير المياه .

وعندما يدرس الأطفال الكهربا يمكنهم أن يضعوا تعليماتهم بأنفسهم نتيجة دراستهم للكهربا . ويمكن مقارنة التعليمات التى يضعونها بأنفسهم بالتعليمات المذكورة أعلاه واضافة مالم يرد فيها من التعليمات الهامة . ويحسن أن يشجع الأطفال على أخذ قائمة التعليمات الى المنزل معهم . ومناقشتها مع آبائهم لتحديد مايطبق منها فى المنزل .

المنصهرات (الكبس)

يوضح الشكل المقابل احدى التجارب التى يمكن اجراؤها لتوضيح الفكرة التى تقوم عليها المنصهرات لوقاية المنازل من الحريق بسبب الكهربا . وتحتاج هذه التجربة الى قطعة من الخشب ودبوسى رسم وبطارية جافة وبعض الأسلاك



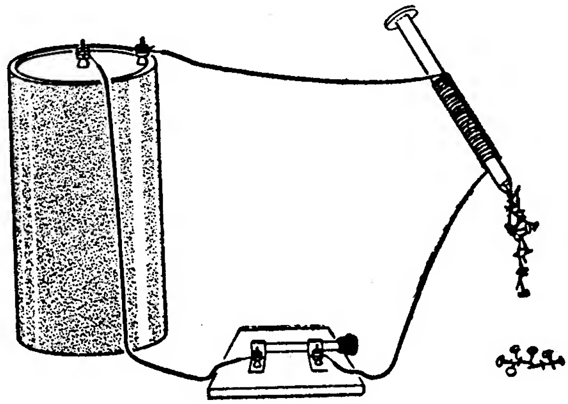
تستخدم قطعة من الورق المفضض لتوضيح فكرة المنصهر وسيتعلم التلاميذ أنه لابد من قص الورق المفضض فى شريط رفيع قبل أن ينصهر بفعل الكهرباء ٠

النحاسية وشريطين من ورق القصدير ٠ ثبت شريطا رفيعا من القصدير بالدبوسين فى قطعة الخشب بحيث يكون الدبوسان متصلين باحكام بشريط القصدير ثم ثبت الأسلاك النحاسية بالدبوسين ووصل الطرفين الآخرين بالبطارية الجافة تلاحظ أن القصدير ينصهر وخاصة اذا كان الشريط رقيقا من منتصفه (اذا لم ينصهر شريط القصدير فى أول الأمر فدع التلاميذ يحاولون ايجاد تعليل لذلك ، فاما أن يكون شريط القصدير عريضا ، واما أن تكون التوصيلات غير محكمة ، ولعل فى محاولة التلاميذ حل هذه المشكلة فرصة عملية لفهم التجربة نفسها) ٠

عمل تجارب على المغناطيس الكهربى

يحتاج الأطفال الى الأدوات الآتية للتجريب بالمغناطيس الكهربى : بطارية جافة أو بطاريتين ، حوالى متر من السلك المعزول ، مسمار حديدى كبير ، بعض المسامير أو الدبابيس الحديدية (يلف السلك على المسمار وتوصل الأسلاك بالبطارية — لاحظ عدم ترك الأسلاك موصلة فى البطارية مدة طويلة حتى لاتستهلك البطارية ٠) وبدلا من قراءة تعليمات عن التجربة من أحد الكتب يمكن تشجيع التلاميذ على محاولة مغنطة المسمار باستعمال تلك الأدوات ، فاذا لم يوفقوا يمكنهم الرجوع الى كتب العلوم لقراءة تعليمات التجربة ٠ ان هذا الأسلوب فى توجيه التلاميذ يشجعهم على بذل جهد فى التفكير بدلا من اتباع التعليمات مباشرة دون تفكير ٠

وربما يثير اعداد التجربة بعض الأسئلة مثل أهمية تعرية أطراف الأسلاك من المادة العازلة التى تغطيها قبل عمل التوصيلات ، وربما أعقب ذلك مناقشة فى موضوع المواد العازلة ٠ كما قد



عندما تسرى الكهربا خلال المغناطيس الكهربى يستطيع أن يجذب الأجسام الحديدية ٠ وعندما تفتح الدائرة تسقط هذه الأجسام ٠ ويمكن تقوية المغناطيس الكهربى (الى حد معين) بزيادة عدد لفات السلك أو باستخدام عدد أكبر من البطاريات ٠

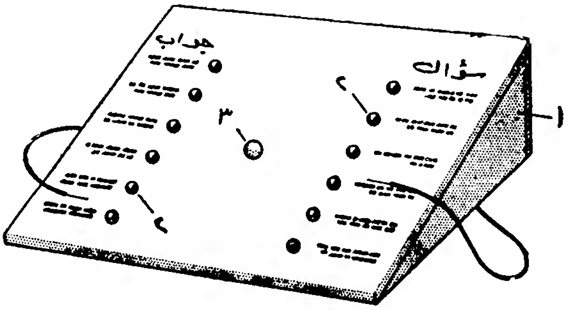
يقترح التلاميذ تجربة لتميز المواد العازلة من المواد الموصلة .

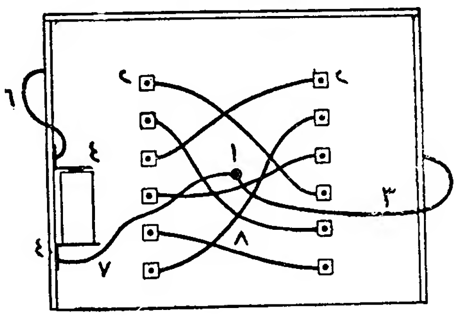
وقد يحاول التلاميذ بعد ذلك تقوية المغناطيس الكهربائى ، متبعين نفس الأسلوب السابق . (سيجدون أن استعمال اكثر من بطارية واحدة أو زيادة عدد اللفات حول المسمار تزيد من قوة المغناطيس الكهربى) . وبعد عمل المغناطيس الكهربى وتجربته يمكن أن يطلب من التلاميذ عمل قائمة بالاجهزة التى يستخدم فيها المغناطيس الكهربى فى المنزل والمدرسة وقد تشمل هذه القائمة : الجرس الكهربى ،الموتورات الكهربية، التلغراف ..... الخ .

إعداد لوحة أسئلة كهربية

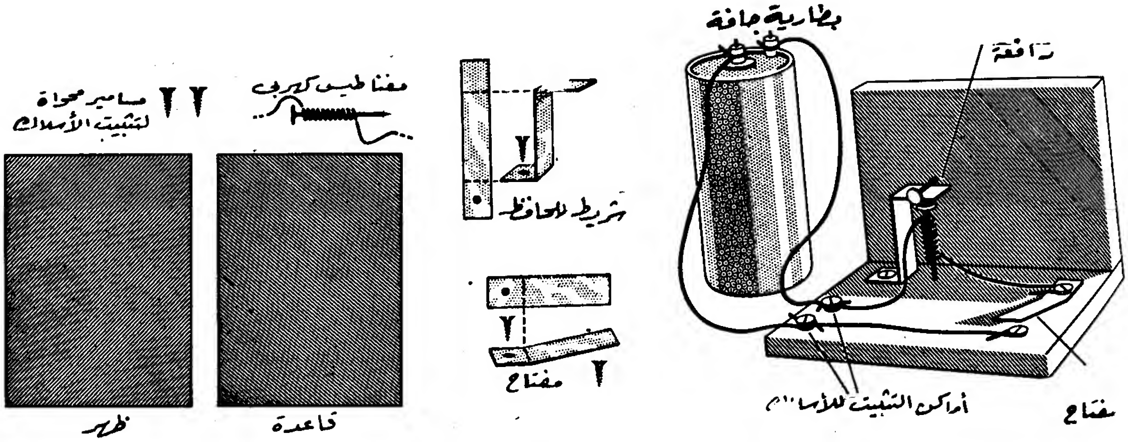
عند دراسة التوصيلات والدوائر الكهربية قد يكون من نواحى النشاط المشوق للتلاميذ قيامهم بعمل لوحة أسئلة كهربية كالموضحة بالرسم . ويستعمل مع لوحة الأسئلة الكهربية بطاقات تحتوى كل منها على مجموعة من الأسئلة على اليمين واجاباتها الى اليسار (بحيث يختلف ترتيب الاجابات عن ترتيب الأسئلة) . ويوجد بجوار كل سؤال وكل جواب مسمار نحاسى يدخل ضمن دائرة كهربية توصيلاتها من الخلف كما هو موضح بالرسم . ويوجد سلمان متصلان بالدائرة يضع التلميذ طرف أحدهما على المسمار المواجه للسؤال ويطلب منه وضع طرف السلك الآخر على المسمار المواجه لاجابة هذا السؤال ، فاذا كانت الاجابة هى الصحيحه أضاء مصباح صغير ضمن الدائرة مثبت فى وسط اللوحة .

ويجب أن تكون المسامير المقابلة للأسئلة والأجوبة موصلة جيدة للكهربا ، ويمكن أن يستخدم لذلك الغرض مسامير التنجيد المصنوعة من النحاس فتثبت فى اللوحة الخشبية ويثنى المسمار من الخلف ثم يوصل المسمار المواجه لكل سؤال بأحد المسامير المواجهة للأجوبة بسلك نحاسى معزول من الخلف ـ ويوجد فى الخلف أيضا بطارية جافة متصل بها سلكان طويلان يتصل أحدهما بدائرة مصباح كهربى صغير مثبت فى واجهة اللوحة بحيث اذا وضع طرف السلك





منظر أمامى : يستخدم السائل بطاقات للأسئلة فى الناحية اليسرى واجاباتها الى اليمين ولكن فى أوضاع مختلفة عن أوضاع الاسئلة .
١ ـ لوحة جانبية مثلثة .
٢ ـ نهايات مصنوعة من دبابيس رسم .
٣ ـ مصابيح كهربية صغيرة .
منظر خلفى : فى خلف اللوحة موصل نهاية كل سؤال بنهاية جواب .
١ ـ أماكن تثبيت المصابيح .
٢ ـ نهايات الأسلاك .
٣ ـ أسلاك توصل بين المصابيح الى أمام اللوحة للتوصيل بالنهايات .
٤ ـ لوحان من النحاس لتثبيت البطارية الجافة .
٥ ـ بطارية .
٦ ـ سلك يصل بين البطارية وأمام اللوحة للتوصيل بالنهايات .
٧ ـ سلك من البطارية الى المصباح .
٨ ـ سلك يوصل كل زوج من النهايات



باستخدام هـــذه المواد المتوافرة يستطيع التلاميذ صنع المفتاح وجهاز أصداء الصوت وربما رغبت مجمـــوعة من التلاميذ المهتمين أن يقوموا بعمل الجهاز وعرضه أمام الفصل ٠

المتصل بأحد أقطاب البطارية على المسمار المواجه لأحد الأسئلة لايضيء المصباح الا اذا وضع السلك الآخر على المسمار المواجه للاجابة الصحيحة ٠ وتكمـل الدائرة الكهربية من الخلف بتوصـيل المسمار الذى يواجه السؤال بالمسمار الذى يواجه الاجابة لهذا السؤال ٠

وفى عملية اختبار الأسئلة والأجوبة المناسبة فرصـة لاكتسـاب الأطفال لخبرات جـديدة عن طريق المناقشة والبحث وحل مايقابلهم من مشكلات وتدريبهم على العمل الجماعى المنتج ٠

ويمكن أن يدور موضوع الأسئلة والأجوبة على أنواع الطيور أو النباتات أو الأزهار البرية ، أو أى موضوع آخر من دروس العلوم ٠ ويلاحظ أن اعداد أسئلة اللوحة فيه تدريب على مهارات متعددة أخرى فى التربية الفنية واللغة ٠

عمل دائرة تلغراف من مرسل ومستقبل

من المناشط الشـائقة للتلاميذ فى هـــذه المرحلة عمل مرسل ومستقبل للتلغراف ٠ ويبين الشكل الأدوات اللازمة لذلك كما نورد فيما يلى طريقة عمل التلغراف :

يمكنك أن تتعلم كيف يعمل التلغراف اذا حاولت عمل مجموعة من مرسل ومستقبل كالمبينة فى الشكل ٠ وتبدأ بالمستقبل وهـو الجهاز الذى يصدر عنه صوت طرق خفيف عندما يسـتقبل الاشارة ٠ ويمكن عمل هذا الجهـاز باحضـار قطعتين من الخشب احداهمـا للقـاعدة والأخرى للجـانب الخلفى ٠ ثم يجهز المغناطيس الـكهربى باحضـــار مسـمار كبـير ولف ٢٥ ـ ٣٠ لفـة من السلك النحاسى المعزول حوله ثم تثبته رأسيا فى القاعدة الخشبية ٠ وربما كان من الأنسب عمل ثقب فى الخشب قبـل دق المسـمار وذلك حتى لاينفلق الخشب بسبب دق المسمار فيه ٠ بعد ذلك ثبت الجانب الخلفى للجهاز ٠

قص شريطا من الصفيح الصلب (من احدى صفائح الجبن أو السمن) بحيث يكون عرضـه حوالى ٢ سم وطوله ١٠ سم ثم اثقب الشريط عند أحد طرفيه وثبته فى القاعدة الخشبية بمسمار محوى ثم اثنه كما هو مبين بالشكل بحيث يكون أحد طرفيه على بعد حوالى ٣مم فوق رأس المسمار . هـذا الشريط سيعمل عمل الحافظة التى تتذبذب وتصدر الصوت ٠ ثبت مسمارا فى الجانب الخشبى الخلفى فوق حافة الحافظة تماما ٠ ثم وصـل طرفى المغنـاطيس الكهربى بمســمارين محويين يثبتان على القاعدة الخشبية ٠

ولعمل المرسل (المفتاح) آحضر شريطا آخر من الصفيح بنفس طول وعرض الحافظه ثم اثقبه من أحد أطرافه وثبته فى القاعدة الخشبية بمسمار محوى كما فى الوضع المبين بالرسم واثن الشريط لتكون حافته الحرة مرتفعة عن القاعدة الخشبية.وثبت مسمارا آخر تحت هذه الحافة بحيث يلمس هذا المسمار الطرف الحر من الشريط عند دفع الطرف الى أسفل • آكمل التوصيلات ببطارية جافة كما ترى فى الشكل •

دراسة التليفون

لايتضمن منهج المرحلة الابتدائية فى الغالب دراسة التليفون وطريقة تشغيله ولكن هناك من الأطفال النابهين من يستطيع التعمق فى دراسة هذا الموضوع برغبتهم الخاصة • ويمكن فى هذه الحالة أن يقوم المدرس بتوجيههم وارشادهم الى المصادر التى قد يستعينون بها •

دراسة المحرك الكهربى

يمكن الاستعانة بنموذج موتور صغير يحضره الأطفال لشرح أجزائه • وقد يجد الأطفال لعبة تحتوى على موتور صغير وغالبا ماتوجد عجلة صغيرة مثبتة فى الحافظة وتدور معها لكى تدير عجلات اللعبة • ويجد الأطفال متعة كبيرة فى اللعب بمثل هذا الموتور • وليس من المناسب ، بل ولا ينصح بالدخول فى تفاصيل علمية عن عمل المحرك الكهربى الا اذا أبدى بعض الأطفال رغبة شديدة • ويمكن الاستعانة ببعض النماذج التى تباع فى محلات اللعب على أن يقوم الأطفال بتركيب أجزاء المحرك متبعين التعليمات المرافقة للنموذج •

فحص الأجهزة الكهربية المولدة للحرارة

يمكن للأطفال فحص بعض الأجهزة المستهلكة التى تولد حرارة لمعرفة :

١ ـ ماهو الجزء الذى يولد الحرارة فى الجهاز ؟

٢ ـ كيف يمكن تلافى حدوث تماس بين الأسلاك فى الجهاز ؟

٣ ـ كيف يمكن التحكم فى الحرارة ؟

٤ ـ ماهى الاحتياطات الواجب اتخاذها عند استعمال الجهاز ؟

٥ ـ ماهى نواحى التشابه ونواحى الاختلاف بين هذه الأجهزة المختلفة ؟

دراسة المصابيح الكهربية

يستطيع الأطفال فحص بعض المصابيح الكهربية المستهلكة لمعرفة كيفية مرور التيار بها ومدى دقة السلك المتوهج • وربما أمكن الحصول على بعض اللوحات التوضيحية من أحد محلات الكهربا لتوضيح فكرة المصباح الكهربى وكيف يعمل • وقد يكلف بعض الأطفال بجمع معلومات عن قصة اختراع المصباح الكهربى وعن أول مصباح قام بصنعه توماس أديسون وقد يقود الحديث عن المصباح الكهربى العادى المناقشة الى مصابيح الفلورنست واعلانات النيون ليأخذ الأطفال فكرة عامة عنها •

شراء التيار الكهربى

قد يبدى بعض التلاميذ رغبة فى أخذ فكرة عن العداد الكهربى الذى يشاهدونه فى منازلهم أو فى المدرسة ومعرفة كيفية قراءته • وهى عملية ليست معقدة ويستطيع بعض الأطفال استيعابها ولو انه ليس من الضرورى التعرض لجميع تفاصيلها. وحبذا لو شجع التلاميذ على احضار « فواتير » استهلاك التيار الكهربى من منازلهم وفحصها

لمعرفة سير التيار الكهربى وكيفية حساب الكمية المستهلكة شهريا • ويمكن مقارنة الفواتير بعضها ببعض لملاحظة مابينها من تفاوت يمكن مناقشة أسبابه ، ومدى تأثير استعمال أدوات كهربية مختلفة فى المنزل على الإستهلاك الشهرى ، وكيف يمكن الاقتصاد فى هذا الاستهلاك • ويمكن أيضا فحص فاتورة استهلاك التيار الكهربى للمدرسة •

ويمكن للتلاميذ جمع معلومات من محلات الأدوات الكهربية عن مقدار استهلاك كل جهاز من الأجهزة الكهربية فى مدى فترة معينة لكى يتضح فى أذهانهم كيفية حساب الاستهلاك الكهربى ، وقد يرتبط هذا بدراسة المواد الاجتماعية حيث يستطيع التلاميذ مناقشة مثل هذا السؤال: « ماهى الهيئة التى أنشأت محطة توليد الكهربا التى تزود البلدة أو الحى بالكهرباء ؟ » •

تعرف مصادر حصولنا على الكهربا

قد يبدى الأطفال رغبة فى معرفة المصدر الذى يزود منازلهم ومدرستهم بالتيار الكهربى وكيف يصل اليهم التيار الكهربى • وفى تشجيع التلاميذ على بحث هذه المشكلة فرصة أخرى لتدريبهم على الاعتماد على النفس فى البحث واكتساب الخبرة • وحبذا لو قام التلاميذ بعرض تقاريرهم على زملائهم فى الفصل واطلاعهم على المصادر التى استقوا منها معلوماتهم واعطائهم الفرصة لتقويم الوسائل التى اتبعها كل تلميذ للحصول على ماجمعه من معلومات •

والبطارية الجافة التى تستخدم فى كثير من التجارب تعتبر مصدرا آخر للحصول على التيار الكهربى • وقد يكلف المدرس مجموعة من التلاميذ بفك احدى البطاريات الجافة المستهلكة لفحصها • ويجد الأطفال فى كثير من كتب العلوم شرحا لتركيب هذه البطاريات (الأعمدة الجافة) وكيفية توليدها للتيار •

وقد يبدى الأطفال رغبة فى معرفة شىء عن بطارية السيارة وقد يجمع الأطفال صورا واعلانات عن بطاريات السيارات من محطة بنزين أو من أى مكان آخر • ويميل الأطفال لمعرفة كيفية استعمال هذه البطاريات وكيفية شحنها • أما عن تفاصيل تركيب البطارية وعملها ومايحدث بها من تفاعلات فلا داعى للدخول فيه حيث يؤجل للمرحلة الثانوية •

دراسة عمل التوصيلات الكهربية فى المنزل

يستطيع المدرس استغلال فرصة بناء منزل بالقرب من المدرسة ليأخذ التلاميذ لمشاهدة عملية تركيب التوصيلات الكهربية فى المبنى ويجب عمل ترتيبات الزيارة قبل ذهاب التلاميذ كما سبق أن أكدنا أهمية ذلك • ويمكن للتلاميذ مشاهدة كيفية دخول التيار الكهربى الى المبنى وأين توضع العدادات والأكباس والمفاتيح والفيشات وكيف تمد الأسلاك وأين تستخدم المواد العازلة وماهى احتياطات الأمان والوقاية التى تتخذ عند عمل كل هذه التجهيزات •

وقد يستفيد المدرس من امكانيات المدرسة فيمر مع التلاميذ لمشاهدة التوصيلات والعداد وغيره مما قد يوجد بالمدرسة لزيادة توضيح فكرة الكهربا فى أذهان التلاميذ • ويجب تشجيعهم كذلك على ملاحظة كل مايتصل بالكهربا فى منازلهم •

مصادر لبحثها

١ – محل بيع مخلفات الأدوات الكهربية المستعملة حيث يجد الأطفال الأسلاك والمواد العازلة والموصلة والمغناطيسات وغيرها وحيث يمكن الحصول على معلومات مفيدة •

٢ ـ بعض محلات بيع الأدوات المنزلية لشراء أدوات رخيصة تستخدم فى تجارب الكهربا .

٣ ـ محل المعادن القديمة (الخردة) لاختيار بعض المواد الموصلة والعازلة واختبارها .

٤ ـ محطة توليد الكهربا لمعرفة المصدر الذى يزود المدينة بالكهربا .

٥ ـ مصلحة التليفونات أو مكاتب التليفون والتلغراف لمشاهدة كيفية استخدام الكهربا فى وسائل الاتصال .

٦ ـ زيارة جراج لمشاهدة البطاريات .

٧ ـ معاون المدرسة لمشاهدة مدخل الكهربا الى المدرسة وصندوق المنصهرات (الكبسات) والمفاتيح والمواد العازلة ، وقراءة العداد وغير ذلك .

٨ ـ محل بيع الأدوات الكهربية للحصول على معلومات عن استعمالات الكهربا فى المدينة .

٩ ـ منازل الطلبة كمصدر لمعرفة الكثير من استعمالات الكهربا .

١٠ ـ البيئة المحيطة لمعرفة الأعمال التى تؤديها الكهربا فى المصانع والمنازل والمخازن والمبانى العامة والشوارع وغيرها .

١١ ـ زيارة محل أدوات منزلية لمشاهدة استغلال الكهربا والمغناطيسية فى كثير من الأدوات والأجهزة .

١٢ ـ محطة اذاعة أو وتليفزيون لمعرفة كيفية اذاعة برامجها .

١٣ ـ محطة توليد الكهربا المائية لمعرفة كيفية توليد القوة المائية للكهربا .

١٤ ـ مصلحة الكهربا ووزارة الأشغال لمعرفة التعليمات المنظمة لاستعمال وتوصيل الكهربا والأجهزة الكهربية .

١٥ ـ محلات بيع اللعب لمشاهدة اللعب التي تستخدم المغناطيسات أو الكهربا .

١٦ ـ طبيب الحى للحصول على معلومات بشأن الأجهزة التى تستخدم فيها الكهربا والمغناطيسية .



الفصل الثانى والعشرون - أ

الصوت وكيف نستعمله

نحن نعيش فى عالم من الصوت . والصوت قد يكون مثيرا ، أو مرعبا ، أو سارا ، أو مرشدا . ولعل فى اللغة التى يستخدمها الانسان أحسن مثل لاستغلالنا للصوت فى الحياة واحساسنا به . وفى الريف نحس « بطنين » البعوض و « حفيف » الأغصان ، و « نعير » البقر و « هفهفة » الأجنحة وفى المدينة تزعجنا أصوات السيارات و « هدير » القطارات و « ضجيج » المصانع و « صراخ » الأطفال و « صياح » البائعين المتجولين . والطبيعة أيضا تصدر أصواتها التى تميز كل موسم (من رياح وعواصف ورعد ومطر ...) ويسهم الانسان باصدار توليفات الأصوات الموسيقية من الآلات الموسيقية .

ويتناول هذا الفصل قصة الصوت ، كيف يصدر ، وكيف تختلف الأصوات ، وكيف تنتقل ، وكيف نتعرف عليها ، وكيف نتحكم فيها .

ما الذى يسبب حدوث الصوت

شد خيطا من المطاط ثم اتركه واستمع الى الصوت الصادر منه وتأمل حركة خيط المطاط وهو يتذبذب بسرعة . لاحظ أن الصوت ينقطع عندما تقف الذبذبة . ضع أصابعك على « حنجرتك » ثم قل « آه » ستشعر بشىء يهتز فى الداخل ويشبه تماما اهتزاز خيط المطاط . ان هذه الاهتزازات ناتجة عن ذبذبة الحبال الصوتية فى حنجرتك .

ثبت مسطرة من البلاستيك على حافة منضدة بحيث يكون نصفها تقريبا خارج خافة المنضدة . اضغط على طرفها الآخر ثم اجذب طرفها الثابت بيدك الأخرى . لاحظ الاهتزازات التى تحسها وتسمع صوتها بوضوح .

وأينما حدث صوت فلابد أن يكون هناك شىء يتذبذب أو يهتز . وقد يكون هذا الشىء وترا ، أو غشاء ، أو ناقوسا ، أو عمودا هوائيا . وقد يصدر الاهتزاز من أجنحة حشرة أو دقات ساعة أو حنجرة حيوان أو تجويف هوائى فى نفير

أو فى هدير الرعد ٠

كيف ينتقل الصوت

واذا تهشمت شجرة فى مكان سحيق فى غابة بعيدة ولم يكن هناك حيوان أو انسان ليسمع صوت تهشمها ، فهل تقول ان صوتا قد حدث ؟ تتوقف الاجابة طبعا على تعريفنا للصوت ٠ فاذا كنا نعرف الصوت بأنه هو كل مايسمع ، فاننا نستطيع أن نقول فى هذه الحالة انه لم يحدث صوت لأن تهشم الشجرة لم يسمعه أحد ٠ أما اذا كنا نعرف الصوت بأنه نوع من الذبذبة أو الاهتزاز فاننا نستطيع أن نقول ان هناك صوتا حدث فى الغابة ، سواء سمع صوت تهشم الشجرة أم لم يسمعه أحد ٠

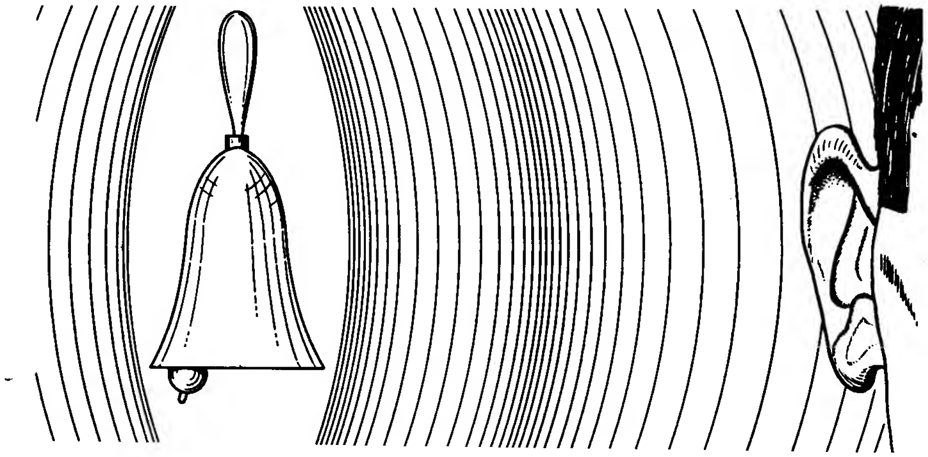
وتصل الأصوات الى أذننا ، سواء أكانت صادرة من تهشم شجرة ، أم اهتزاز وتر الكمان ، أم من حنجرة شخص عن طريق الهواء ٠ ولكن كيف تنتقل هذه الأصوات ؟ ٠

تصور ناقوسا يدق فانه يهتز بفعل مطرقته ٠ وعندما يهتز الناقوس فان جزيئات الهواء الملامسة له تهتز متأثرة باهتزاز الناقوس ، وتدفع جزيئات الهواء المهتزة جزيئات الهواء المجاورة لها وهكذا ٠ وبهذه الطريقة تنتقل الحركة الاهتزازية فى جميع الجهات حول المصدر المهتز (الناقوس) ٠ وتدفع بعض الجزيئات المهتزة فى طريقها غشاء الأذن الرقيق (الطبلة) فيبدأ فى الاهتزاز بنفس الطريقة التى يهتز بها الناقوس ٠ فكأن اهتزاز الناقوس قد أحدث اهتزازا فى جزيئات الهواء وانتقلت الحركة الاهتزازية خلال الهواء بهذه الطريقة الى طبلة الأذن ٠ وستعرف فيما بعد كيف نحس بالصوت بعد ذلك ٠

موجات الصوت : نستطيع أن نقول ان « موجة صوتية » تسبب الناقوس فى حركتها حتى وصلت الى الأذن ٠ فكأن الشىء الذى انتقل هو الحركة الموجية ٠ أما الأحساس بأن الصوت كسرى داخل أجسامنا فهو شىء آخر مختلف ٠ وتشبه الموجة الصوتية كثيرا الموجات التى تحدث عند اسقاط حجر صغير على سطح ماء بركة فتنتشر الموجات من مكان سقوط الحجر بشكل دوائر حتى تصل الى حافة البركة ٠

ولهذا عندما نقول ان الصوت ينتقل فى الهواء فاننا نعرف مثلا أن هناك نوعا من الموجات أو حركة الجزيئات تسرى فى الهواء ٠ وهذا يمكن أن يشبه بالحركة التى يحدثها دفع رجل الشرطة لحشد من الناس أمامه ٠ فعندما يدفع الأشخاص القريبين منه الى الخلف فانهم يدفعون من بعدهم الى الخلف أيضا وهكذا تنتشر هذه الحركة ٠ وقد يكون كل شخص منهم قد انتقل خطوة واحدة الى الخلف ولكن موجة « التضاغط » قد انتقلت خلال الحشد كله ٠

وفى الموجة الصوتية تتحرك جزيئات الهواء



يكون الجرس عندما يبرق موجة تضاغط (ضغط جزيئات الهواء) وتخلخل (خلخلة جزيئات الهواء) وتتحرك الموجات من الجرس فى جميع الاتجاهات ٠

الواقعة بين مصدر الصوت الذى يهتز وبين غشاء « طبلة » الأذن لمسـافة بسيطة ذهابا وايابا ، وكل حركة اهتزازية يحدثها الجسم المهتز ، مثل وتر الكمان ، ينتج عنها بداية موجة تتضاغط فيها جزيئات الهواء ثم تتباعد •

الوسط الذى ينتقل فيه الصوت : سيحتاج رواد الفضاء الأوائل عندما يهبطون على القمر الى الاعتماد على اللاسلكى فى اتصالاتهم بعضهم ببعض، لأن القمر خال من الهواء • ومن التجارب التقليدية التى تجرى فى علم الطبيعة التجربة الآتية : ضع منبه (ســاعة) تحت ناقوس مفرغة الهـواء ثم اسحب الهواء تدريجيا من الناقوس فتلاحظ أن الصوت يخفت تدريجيا حتى ينعدم تقريبا رغم أن المنبه مسـتمر فى دقاته كما ترى خـلال زجاج الناقوس • واذا سمح للهواء بالدخول ثانيـا الى الناقوس سمعنا صوت المنبه ثانيا •

وليس الهواء أو الغازات عموما هى الوسط الوحيـد الذى ينتقل فيه الصـوت ، فاذا طرق حجران تحت سطح الماء استطاع الغواصون سماع صوت الطرقة على بعد عدة أقدام ، وقد كان الهنود الحمر يضعون آذانهم على الأرض فيسمعون سنابك الخيل قبل وصولها بمسافات طويلة ، ويسـتطيع الانسان أن يسمع صوت القطار قبل وصوله بمدة طويلة اذا وضع أذانه على قضيب السـكة الحديد (لا تحاول أن تجرب ذلك بنفسك) وهنـا يكون صوت القطار قد سرى فى شريط السكة الحديد ، هذه الأمثلة توضح لنا امكان انتقال الصوت فى السوائل والأجسام الصلبة •

سرعة الصوت

لعلنا لاحظنا أن ضوء البرق وصل الينا قبل سماع صوت الرعد بمدة رغم أن البرق والرعد يحدثان فى لحظة واحدة ، واذا كنت تشاهد عن بعد حطابا يكسر الخشب فانك تشاهد البلطة وهى تسقط على كتلة الخشب أولا ، ثم بعد برهة تسمع صوتها • واذا كنت تنظر الى قطار عن بعد فانك تشاهد البخار الذى يندفع من صفارته قبل أن تسمع صوت هذه الصفارة بمدة •

ان هـذه الملاحظات والتجارب وكثيرا غيرها يجعل من الواضح لنا أن الصوت يستغرق وقتا أكبر بكثير من الضوء لكى يصل الى الأذن بمعنى أن سرعة الصوت أقل من سرعة انتقال الضوء •

وقد أمكن تقـدير سرعة الصـوت لأول مرة سنة ١٨٢٣ بواسطة العالمين الهولنديين مول وفان بيك واسـتخدما لاجـراء تجربتهما تلين يبعدان أحدهما عن الآخر بمسافة ١١ ميلا : وأطلق مدفع على أحـد التلين وسجل شخص واقف على التل الآخر لحظة رؤية لهب الطلقة (قد أجريت التجربة ليلا حتى يمكن رؤية نار الطلقة) ثم سجل لحظة سماع صوتها وحسب الزمن (عدد الثوانى) الذى مضى بين رؤية ضوء الطلقة وبين سماع صوتها ، وكررت التجربة عـدة مرات ، وأعيدت بعـد تغيير موقـع المدفـع والشخص الذى يقـوم بالتسجيل بالتبادل على التلين لتلافى تأثير الرياح على سرعة انتقال الصوت • ومن هـذه التجارب ظهر أن سرعة الصوت فى الهواء تصل الى ١١٠٠ قدم فى الثانيـة تقريبا أو حوالى ٣٣٥ مترا فى الثانية • (علما بأننا افترضنا أن الضوء لا يستغرق وقتا فى انتقاله من المدفع الى عين الشخص الذى يقوم بالتسجيل فى هذه التجربة ، ولكن الضوء يسير بسرعة تصل الى حوالى ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية وهذا طبعا يدلنا على أن سرعة الضوء كبيرة جـدا لدرجة أننا نستطيع دون أن نكون قد أخطأنا خطأ يذكر أن نقول ان الضوء لم يستغرق وقتا يمكن حسابه فى قطع المسافة بين التلين ، وعلى هذا تكون نتائج التجربة صحيحة) •

وقد دلت التجارب الدقيقة عـلى أن سرعة الصوت فى الهواء تكون ١٠٩٠ قدما فى الثانيـة عندما تكون الحرارة صفرا مئويا (٣٢ فهرنهيت) وربما كان من السهل تذكر هذا الرقم اذا اعتبرنا أن الصوت يقطع الميل الواحـد فى ٥ ثوان وقد

استخدمت سرعة الصوت فى (الفصل ١٠ أ) لتقدير المسافة بين مركز حدوث البرق وبين الأرض وتزداد سرعة الصوت اذا ارتفعت درجة الحرارة من الصفر وبالعكس تقل اذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك ٠

وينتقل الصوت بسرعة أكبر فى السوائل والأجسام الصلبة عنه فى الغازات . فسرعة الصوت فى الماء أربعة أضعاف سرعته فى الهواء وحوالى عشرة أضعاف سرعته عند انتقاله فى الخشب وحوالى ١٧ ضعفا عند انتقاله فى الصلب ٠

انعكاس الصوت

صدى الصوت : هل حدث وسمعت صوتا أصدرته يرتد اليك من جبل أو مبنى أو تل بعيد ؟ ان السبب فى حدوث الصدى هو أن الصوت ينعكس على مثل هذه الأشياء تماما كما ترتد الكرة منعكسة من على الجدار أو كما ينعكس الضوء على سطح المرآة ، فالصدى ماهو الا صوت منعكس ٠

ويسمع الصدى كصوت منفصل اذا وصل الى الأذن بعد مضى $\frac{1}{10}$ ثانية أو أكثر من صدور الصوت الأصلى ٠ ان أذن الانسان تحتاج الى فترة لتميز بين صوتين متتاليين ، واذا كنت ترغب فى سماع الصدى فلابد اذن أن يكون بينك وبين السطح العاكس مسافة ٥٥ قدما (حوالى ١٧ مترا) على الأقل ٠ فاذا أصدرت صوتا وأنت تبعد عن الجبل ٥٥ قدما فان الصوت سيقطع ٥٥ قدما حتى يصل الى الجبل ثم ينعكس ويقطع ٥٥ قدما أخرى ليعود اليك ، أى يقطع ١١٠ أقدام (٣٤ مترا) ٠ ولما كان الصوت ينتقل فى الهواء بسرعة ١١٠٠ قدم فى الثانية فانه يقطع المسافة بينك وبين الجبل فى $\frac{1}{10}$ من الثانية ، وعلى هذا يصل اليك الصدى بعد أن يكون قد مضى على سماعك الصوت الأصلى بمدة جزء من عشرة من الثانية وتكون الأذن فى هذه اللحظة قد تخلصت من تأثير الصوت الأصلى ، ولهذا تسمع الصدى وتميزه ٠

أما اذا كان السطح العاكس على بعد ١١ قدما فقط كما هى الحال فى الفصل أو غرفة نومك فان الصوت يرتد اليك منعكسا بسرعة مستغرقا $\frac{1}{50}$ من الثانية ليقطع الرحلة بينك وبين أقرب جدار ثم يرتد الى أذنك ولهذا لا تميز الصدى وكل ماهناك أن الصوت يحدث رنينا فقط ٠

وقد يتداخل الصدى مع الصوت الأصلى فتحدث شوشرة فى الصوت كما يحدث أحيانا فى الجيمنزيم أو صالات الحفلات الكبيرة ٠ فقد يتدخل الصدى مع كلمات المتحدث فى مثل هذه الأماكن مما يسبب عدم سماع الحديث جيدا وعدم فهمه ، ولكننا نتغلب على هذه الصعوبة بتغطية الأسقف والجدران والأرضية بمواد تمتص الصوت وتحد من انعكاسه ، وهذه المواد عبارة عن مواد لينة مثل الستائر والسجاجيد وبعض الألواح اللينة الخاصة لهذا الغرض ٠ كل هذه المواد تمتص الموجات الصوتية ولا تعكس الا القليل من الصوت وغالبا مايستعمل فى صالات الحفلات نوع من خشب الجدران اللين لهذا الغرض ٠

تجميع (أو تركيز) الصوت : قد يلجأ أحيانا الى تجميع الأصوات بواسطة الأسطح المقعرة بغرض تقوية السمع وغالبا ماتزود مسارح صالات الاحتفالات الكبيرة بجدران خلفية مقعرة مثل عاكس مصباح السيارة وتنعكس الأصوات عندما تصطدم بهذه الجدران المقعرة وترتد الى الصالة فتزيد من وضوح الصوت ٠

وتستخدم فى الملاعب الرياضية أبواق تجعل از موت يسير فى اتجاه واحد بدلا من أن يتبدد فى كل الاتجاهات ، وبهذا تتركز قوة الصوت فى اتجاه واحد هو الاتجاه المطلوب بدلا من توزيعها فى الاتجاهات الأخرى فى الفضاء ٠

وقبل أن يكتشف الانسان أجهزة السمع الالكترونية كان الشخص ضعيف السمع يستعين بأبواق تثبت على الأذن فتجمع فتحتها الواسعة أكبر قدر ممكن من الصوت ٠ والواقع أن «صيوان»

الأذن نفسه بحكم تركيبه يقوم بجمع الصوت بالرغم من أنك قد تسمع جيدا بدونه • واذا وضعت كف يدك بزاوية حول أذنك فانك تسمع جيدا ؛ لأنك تجمع أكبر قدر ممكن من الأصوات لتوصل الى غشاء « طبلة » الأذن • (ولعلنا ندرك الآن لماذا يضع المغني والمقرىء والمؤذن والمنادى يديه حول فمه عندما يغني ، أو يقرأ ، أو ينادى).

ويستخدم الأطباء سماعة خاصة لسماع الأصوات الداخلية فى الجسم ومنها يدرك الطبيب أعراض بعض الأمراض ، ويحوى بوق السماعة غشاء أكبر من غشاء « طبلة » الأذن ، ولهذا يجمع أكبر قدر من الأصوات ، وتقوم الأنابيب المتصلة بها بحمل هذه الأصوات الى أذن الطبيب فيسمعها جيدا •

استعمال الصوت فى قياس الأبعاد

منذ أمد طويل والبحارة يستخدمون صدى الصوت فى قياس الأعماق تحت قاع سفنهم ، ويوجد جهاز مثبت فى قاع السفينة يحدث صوتا فى الماء • وتصطدم هذه الأصوات بقاع البحر وتنعكس الى السفينة فيستقبلها الجهاز الخاص ، ثم يحسب الزمن الذى يمضى بين احداث الصوت وبين سماع صداه ، وبمعرفة سرعة الصوت فى الماء يمكن حساب عمق الماء تحت السفينة ، فاذا كان الزمن الذى يمضى بين احداث الصوت وبين سماع صداه عبارة عن ثانية مثلا كان معنى هذا أن الصوت قد قطع ٤٥٠٠ قدم (علمنا أن سرعة الصوت فى الماء أربعة أضعاف سرعته فى الهواء) ، وعلى هذا يكون عمق الماء فى هذه الحالة ٤٥٠٠/٢ = ٢٢٥٠ قدما •

وقد ابتكرت أجهزة دقيقة تعتمد على الصوت فى تحديد الزمن واتجاه الموجة الصوتية المنعكسة، وبهذه الطريقة يمكن الحصول على صورة صحيحة دقيقة لقاع البحر • وقد يمكن اكتشاف حطام السفن والمناجم والصخور المغطاة وأحيانا أسراب السمك بهذه الطريقة •

كيف يطير الخفاش فى الظلام : قد تعجب للقدرة الفائقة التى يستطيع بها الخفاش أن يطير بسرعة كبيرة فى الظلام وقد تتساءل : كيف يطير بهذه السرعة فى داخل الكهوف دون أن يصطدم بشىء فى طريقه • وقد اكتشف أحد الايطاليين واسمه سبالانزانى قبل عام ١٨٠٠ أن الخفاش يعجز عن الطيران بهذه الطريقة اذا غطيت آذانه فيبدأ فى الاصطدام بالأجسام التى يقابلها فى أثناء الطيران فى الظلام • ولهذا ربط العلماء بين قدرة الخفاش الفائقة على الطيران فى الظلام وبين حاسة السمع • ولكن سكون الخفاش التام فى أثناء الطيران وضع العلماء فى حيرة وجعلهم يتساءلون ، ماذا يسمع الخفاش وماهى العلاقة بين آذانه وبين قدرته على الطيران فى الظلام ؟

وفى سنة ١٩٢٠ اقترح العالم الانجليزى هـ• هارتريدج أن الخفاش لابد وأنه يستعين بالأصوات « الالتراسونيك » • وهذا النوع من الأصوات مرتفع الدرجة بشكل يجعل الانسان غير قادر على ادراكه أو سماعه • وفى سنة ١٩٣٨ قام العالمان الأمريكيان دونالد جريفين وروبرت كالامبو بدراسة المشكلة دراسة عميقة وتوصلا فى نهاية الأمر الى أن الخفاش يقوم باصدار هذه الأصوات الالتراسونيك من فمه وأن آذانه مكيفة بحيث تستطيع التقاط هذه الأصوات بعد انعكاسها • وقام العالمان باختبار مهارة الخفافيش باطلاق عدد منها فى غرفة مظلمة مقسمة الى قسمين بأسلاك مدلاة من السقف بين كل سلك وآخر حوالى قدم • ومن العجيب أن الخفافيش قد تمكنت من الطيران خلال الأسلاك دون أن تمسها ، وبعد ذلك اختبر العالمان قدرة الخفافيش على الطيران بعد تغطية آذانها أو اغلاق فمها بشريط لاصق فهبطت قدرتها على الطيران بدرجة كبيرة وأصبحت تتخبط بحيث كانت النتائج خاضعة للمصادفة المجردة ، والخلاصة أن الخفافيش تجد طريقها فى أثناء الطيران بمساعدة

تموجات صوتية من نوع خاص من فمها تستقبلها بعد انعكاسها على مايقابلها من أجسام غريبة ، وبهذا تحس بما يعترض طريقها من أجسام فتتجنبها ٠

وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة أن المهارة الخارقة التى يتصف بها بعض فاقدى البصر فى تجنب الاصطدام بأى شىء فى طريقهم تعزى الى حساسيتهم المرهفة للأصوات المنعكسة ٠ فهم « يرون » بآذانهم ٠ وقد قام بعض العلماء بدراسة هذه النظرية فى جامعة انسبروك فى النمسا فقاموا بتغطية جميع الأجزاء المكشوفة من أجسام بعض هؤلاء الأشخاص فاقدى البصر حتى تستبعد امكانية الاحساس بالأصوات عن طريق الجلد وتركت الآذان فقط مكشوفة ، فكان الشخص الأعمى يستدل كعادته على الأشياء التى تعترض طريقه دون لمس فيتجنبها ٠ ولكن عندما غطيت آذانه باحكام فقد مهارته فى تجنبها ٠

وفى حالتى الخفاش وفاقد البصر لا تسمع الأصوات الصادرة وانعكاساتها منفصلة عن بعضها (لأن المسافة قريبة بطبيعة الحال) ولكن انعكاس الصوت يغير من طبيعة الصوت الأصلى الصادر (ولهذا لعلك تلاحظ اختلاف صوت أقدامك فى الغرف المختلفة التى تسير فيها) ٠

عزل الأصوات

تزود المبانى الحديثة سواء أكانت مدارس ، أم صالات عرض سينمائى ، أو مسرحى ، أم قاعات احتفالات ،وكذلك استديوهات الاذاعة والتليفزيون بمواد عازلة للصوت لتمتص الأصوات وتحد من الشوشرة وازعاج الآخرين فى الغرف الأخرى.ففى المدارس يراعى تزويد حجرات الموسيقى والأشغال والورش والمطاعم بهذه المواد العازلة ، ومن المواد المستعملة فى هذا الغرض الخشب المسامى والسجاجيد والستائر وأنواع الدهان المسامى وألواح الألياف المضغوطة ٠

وكل هذه المواد تمتص الأصوات بدلا من عكسها ، وذلك لأن الاهتزازات المنتظمة لجزيئات الهواء والتى ينشأ عنها الصوت تتحول داخل ثقوب المواد العازلة للصوت الى حركة اهتزازية غير منتظمة ، وفى السيارة يخفض صوت العادم باحداث اضطراب فى الحركة التموجية الصوتية فى « الشاكمان » قبل خروج العادم الى الهواء ، وبهذه الطريقة تفقد الأمواج الصوتية التى تحدثها انفجارات الاحتراق الداخلى طاقتها ٠

خصائص الصوت

كيف يميز الانسان الأصوات المختلفة من بين خضم الأصوات المتعددة التى يسمعها عندما ينصت مثلا الى فرقة موسيقية وهى تعزف ؟ الواقع أن هناك ثلاث خصائص مميزة للأصوات : الشدة ، والدرجة ، والنوع ٠ وهذه الخصائص جميعها ترتبط بطبيعة الذبذبات التى تحدث الصوت ٠

شدة الصوت : من الواضح أن طارق الغشاء « الطبلة » عندما يطرقها بقوة يحدث صوتا أشد منه اذا ماطرقها طرقة خفيفة ؛ فالطرقة القوية على « الطبلة » تدفع غشاءها الى الاهتزاز فتهتز بالتالى جزيئات الهواء الملامسة له وتنتقل الحركة الاهتزازية فى الهواء لمسافة أطول مما لو كانت الطرقة خفيفة ، وتنتقل الموجة القوية فى الهواء الى الأذن فتؤثر بقوة فى « طبلتها » ، فكأن شدة الصوت الذى تسمعه اذن تتوقف على مدى تأثير تموجاته على « طبلة » أذنك ٠

وتتوقف شدة الصوت أيضا على بعد أذن السامع عن مصدر الصوت ٠ ولما كان عدد جزيئات الهواء التى تهتز تزداد بانتشار التموجات الصوتية فى جميع الاتجاهات ، فبديهى أن الطاقة تتوزع فى كل الاتجاهات ، ولكن فى صالات الحفلات

والمسارح والسينمات يعوض هـذا التشتت فى الصـوت عن طريق انعكاس الصـوت وتركيزه بواسطة الجدران والسقف ٠

ويمكن قياس شدة الصوت بواسطة مقياس خاص وتقدر الشدة بوحدات « ديسيبل » فنقول ان شدة الصوت الصادر من حفيف الأغصان تبلغ ١٠ ديسيبل وان شدة الصوت فى محطة السـكة الحديد تبـلغ ٥٥ ديسيبل وفى المصـنع ١٠٠ ديسيبل ، وعندما تصبح شـدة الصوت ١٢٠ ديسـيبل فانها قد تؤلم ٠ واسـتمرار التعرض للضـوضاء الذى مدته ٥٠ ديسيبل قد يؤثر على الاتزان الانفعالى للانسان ٠ (المقطع الأخـير من كلمة ديسيبل مأخوذ من اسم الكسندر جراهام بل مخترع التليفون) ٠

درجة الصوت : اذا شبهنا الصوت بموجة البحر فان شدة الصوت تقابل ارتفاع هذه الموجة وبنفس التشبيه تكون درجة الصوت مقابلة لعدد الأمواج التى تمر بنقطة معينة فى زمن محدد ، وفى علم الصوت نقول ان درجة الصـوت تتوقف على عدد الذبذبات التى يحدثها الجسم المهتز (مصـدر الصوت) فى الثانية الواحدة ٠

انك اذا مررت بظفرك على غلاف كتاب مبطن بالقماش فانك تحدث صوتا لأن الظفر يتذبذب بتأثير تعرجات النسيج ، وتلاحظ أنك اذا أسرعت فى عمل هذه الحركة ارتفعت درجة الصوت ٠ فان درجة الصوت ترتفع اذا ازدادت عدد اهتزازات الظفر (بعض الأطفال يثبتون قطعة من الكرتون قرب محور اطار الدراجة بحيث تطرق أسـلاك الاطار عنـدما تدور قطعة الكرتون فتهتز وتحدث صوتا ٠ وتلاحظ أنه اذا ازدادت سرعة الدراجة ، وبالتالى سرعة دوران الاطار ، سمعت صوتا أكثر حدة ، لأن عدد اهتزازات قطعة الكرتون تزداد) ، وهكذا فان الصوت المنخفض الدرجة يحدث عندما يكون عدد ذبذبات مصدر الصوت قليلة ، والصوت المرتفع الدرجة يحدث عند زيادة عدد الذبذبات فى زمن معيّن ٠ وتسـتطيع أذن الانسـان التقاط الأصوات التى تتراوح ذبذباتها من ٢٠ و ٢٠٫٠٠٠ ذبذبة فى الثانية ٠ وهناك أصوات لا تستطيع أذن الانسـان سماعها مطلقا ، بالرغم من أن بعض الحشرات والحيوانات الأخرى تسـتطيع التقاطها ٠ وهنـاك أصوات مرتفعة الدرجة أو التراسونيك تصدر من صفارة خاصة لا يسمعها الانسان ، ولكن الكلب يسمعها ٠

وهناك تفاوت كبير فى درجة الصوت الذى تحدثه الفرقة الموسيقية ٠ فنغمة « السى » الوسطى فى البيانو تحدث من ٢٥٦ ذبذبة فى الثانيـة اذا كان البيانو مضبوطا ، وكذلك الشـوكة الرنانة القياسية المستعملة فى معمل الطبيعة ترددها (أو عدد اهتزازاتها فى الثانية ٢٥٦ اهتزازة أيضا) ، وتهتز بعض أوتار البيـانو ٣٥٠٠ اهتـزازة فى الثانية ، ويمكن للأرغن أن يحدث أصواتا تصل اهتزازاتها الى ١٦ اهتزازة فى الثانية ٠

ولكن كيف يمـكن احداث هـذه الأصوات المختلفة الدرجـة ؟ أنك اذا نظرت داخل البيانو فانك ستدرك أن هنـاك ثلاثة عوامل هى التى تحدث هذا التفاوت فى درجات الصـوت الصادر من أوتار البيانو ٠ هذه العوامل هى : الطول وقوة الشد والوزن (الذى يتوقف على سمك الوتر) ٠ وتحدث الأصـوات المنخفضة الدرجة من الأوتار الطويلة الثقيلة الضعيفة الشد ، فى حيّن تحدث الأصـوات المرتفعة الدرجـة من الأوتار القصـيرة الخفيفة القوية الشد ٠

وعلى العموم فان الوتر الطويل (أو الثقيل ، الوزن أو الضعيف الشد) يتذبذب ببطء ، وبالتالى يحدث صوتا منخفض الدرجة ، فى حين أن الوتر القصـير (أو الخفيف الوزن أو القوى الشـد) يتذبذب بسرعة محدثا صوتا مرتفع الدرجة ٠

وفى الآلات الموسيقية الهوائية فان الصـوت ينتج عن اهتزاز الهواء ،والذى يحدد درجة الصوت هنا هو طول عمود الهواء المهتز ، ويمـكن تغيير درجة الصوت عن طريق تغيير طول عمود الهواء ، وتحدث الأعمدة الهوائية القصيرة أصواتا مرتفعة

الدرجة فى حين أن الأصوات المنخفضة الدرجة تحدث من الأعمدة الطويلة ٠

نوع الصوت : عندما نستمع الى قطعة موسيقية فنحن نحس بتباين الأصوات المختلفة لا فى الشدة والدرجة فقط ، ولكن فى نوع الصوت الصادر من كل آلة من الآلات المتعددة التى تتكون منها الفرقة الموسيقية ، فان الأصوات التى يصدرها الهبوا تختلف عن الأصوات التى يحدثها الكلارنيت ويختلف صوت الباسون عن صوت الكمان ، كما يختلف صوت العود عن صوت القانون ، ولكن ماالذى يسبب هذا الاختلاف فى نوع الصوت ؟

سبق أن عرفنا أن شدة الصوت تعتمد على قوة الطرق ، وأن درجة الصوت تتوقف على التردد، أى على عدد الاهتزازات التى يحدثها الجسم الذى يصدر منه الصوت فى الثانية الواحدة ، أما نوع الصوت فيتوقف على النغمات التوافقية التى تصاحب الصوت الأصلى ، ويمكن معرفه كيفية احداث هذه النغمات بالتجربة الآتية :

اذا قمت بشد وتر كمان ، أو مندولين ، بين مسمارين ، ثم طرقت الوتر فانك تحصل على صوت ينتج عن اهتزاز الوتر بأكمله ، وهذا الصوت هو أقل الأصوات التى يمكن أن يصدرها هذا الوتر درجة ، ويسمى بالصوت الأساسى أو « القرار » ، أما اذا قبضت بيدك على منتصف الوتر بشدة ثم طرقت أحد النصفين فان هذا الجزء من الوتر يهتز بدرجة أعلى من درجة اهتزاز الوتر بأجمعه بمقدار « أوكتاف » واحد ، وتسمى هذه النغمة بالنغمة التوافقية الأولى ٠ ثم اذا رفعت أصبعك التى تنصف بها الوتر فجأة أثناء اهتزازه فان الوتر سيهتز ككل بجانب اهتزاز نصفه ، ويحدث ذلك فى نفس الوقت ٠ وتستطيع أن تسمع نغمتين : النغمة الناشئة عن اهتزاز الوتر ككل والنغمة الناشئة عن اهتزاز نصفه فقط ٠

والآن اذا وضعت اصبعك على بعد ثلث طول الوتر من أحد طرفيه ثم طرقت هذا الجزء ، فان اهتزاز هذا الثلث سوف يحدث نغمة أعلى من السابقة ، ويسمى هذا الصوت بالنغمة التوافقية الثانية ، ويمكن احداث نغمات توافقية أخرى متعددة ٠

(يمكن اعداد جهاز بسيط لاجراء مثل هذه التجربة وذلك بتثبيت قنطرتين خشبيتين على شكل منشور ثلاثى على لوح طوله متر من الخشب « أو على صندوق مجوف » ثم تثبت السلك فى مسمارين على جانبى القنطرتين من الخارج ، ثم ضع قنطرة ثالثة تتحرك بين هاتين القنطرتين تحت الوتر ، وبذلك تستطيع تغيير طول الوتر حسب مشيئتك. هذا الجهاز يعرف عند علماء الطبيعة باسم الصونومتر) ٠

والآلات الموسيقية تحدث عددا كبيرا من هذه النغمات المصاحبة ، أو التوافقية ، مع الصوت الأساسى أو القرار ٠ وتختلف هذه الأصوات باختلاف الآلة الموسيقية ٠ فالنغمة الأولى الصادرة. من الكمان تختلف عن النغمة الأولى الصادرة من العود ؛ لأن النغمات التوافقية الصادرة من الكمان تختلف عن تلك التى تصدر من العود ، وفى الغناء أو فى الكلام يستطيع بعض الأفراد احداث عدد من النغمات التوافقية أكثر من غيرهم ، ويستطيعون ذلك لأن لديهم بعض المهارة والقدرة على التحكم فى أصواتهم ٠ ويتوقف عدد النغمات التوافقية الصادرة من الكمان وغيرها من الآلات الموسيقية على تركيب هذه الآلة وعلى مهارة اللاعب ٠

وعلى هذا فان اختلاف صوتين فى النوع ، رغم اتفاقهما فى الدرجة والشدة ، يرتبط بالنغمات التوافقية المصاحبة للصوت الأساسى ٠

تقوية شدة الصوت

عند طرق « الطبلة » يهتز غشاؤها فيحدث فى الهواء حركة اهتزازية كبيرة تسرى فى الصالة فى حين أن الأوتار عندما تطرق لا تستطيع بحكم

دقتها أن تحدث مثل هـذا الصوت الضخم الذى تحدثه « الطبلة » ولكى يمكننا تضخيم الصوت الصادر من الأوتار تشد الأوتار دائما على صناديق رنانة ، وتهتز جدران الصندوق الرنان بتأثير اهتزاز الأوتار المثبتة عليه ، ونتيجة لاهتزاز جدران الصندوق الرنان تزيد من حركة الهواء المهتز فيزداد الصوت قوة • وتطبق هـذه النظرية فى الكمان والعود والمندولين وغيرها من الآلات الوترية.

لتوضيح ذلك اطرق شوكة واستمع الى الصوت الصادر من اهتزاز فرعها • كرر التجربة مع وضع قاعدة الشوكة على منضدة خشبية تلاحظ أن الصوت قد تضخم لأن اهتزاز الشوكة قد انتقل الى المنضدة الخشبية فاهتزت بدورها وتسببت فى حركة اهتزازية أكبر فى الهواء وتسبب ذلك فى تقوية الصوت •

الاهتزاز التأثيرى (اهتزاز جسم بتأثير جسم آخر يهتز)

قد يهتز جسم ساكن بتأثير جسم آخر يهتز دون أن يحدث أى تلامس بين الجسمين • لتثبت ذلك افتح غطاء البيانو ثم اضغط « بدال العالى » ، ثم غن بصوت مرتفع أمام الأوتار فانك تسمع بعد ذلك رنينا من بعض الأوتار يدل على اهتزازها بتأثير الاهتزاز الذى احدثه صوتك فى الهواء • ولكن أى الأوتار الذى يهتز ؟ انها الأوتار التى تتعادل درجتها مع درجة الصوت الذى تصدره أى مع الصوت الأساسى والأصوات المصاحبة التوافقية. هذا الذى حدث نسميه اهتزازا بالتأثير • واذا غيرت من درجة الصوت الذى تغنى به فان أوتارا أخرى خلاف الأولى ستهتز •

ولعلك لاحظت بعض النوافذ غير المحكمة وأحيانا السكاكين والشوك تتأثر ببعض نغمات البيانو أو الراديو فتحدث صوتا بالتأثير • وهذا يحدث لأن لكل جسم درجة اهتزاز طبيعية (تردد) ، فاذا كانت تموجات الصوت التى تصطدم بها من نفس درجتها اهتزت بالتأثير • ويقال ان بعض المغنين عرفوا بقدرتهم على جعل الكاس البلورية الرقيقة تردد نغماتهم عن طريق الغناء بقوة مستعملين فى غنائهم نفس الدرجة التى تهتز بها الكأس •

ولعلك لاحظت أنك اذا وضعت أحد أصداف البحر (الودع) على أذنك فانك تسمع صوتا يشبه هدير البحر • ان السبب فى ذلك هو أن جدران الصدف تهتز بتأثير الأصوات التى تحدث حولها والتى تتفق معها فى الدرجة • ومن الطبيعى أن هذا الصوت الذى نسمعه منها ليس هدير البحر كما يتصور البعض (الا اذا كنت تستمع اليها وأنت جالس على شاطىء البحر) • هذا النوع من الاستجابة الصوتية نسميها « الرنين التأثيرى »

ان صوت الانسان الذى تحدثه الحبال الصوتية فى الحنجرة يزيد من قوته ويدعمه الاهتزاز التأثيرى للهواء المار بالحلق والفم والأنف •

الآلات الموسيقية

منذ آلاف السنين والانسان يستخدم آلات موسيقية من أنواع مختلفة • وقد وجد بين مخلفات الانسان الأول آلات هوائية ووترية وأنواع من الطبل •

وهناك ثلاثة أنواع من الآلات الموسيقية : آلات وترية كالكمان والعود والقانون والبيانو والفيولا والهارب والفيولا باس ، وآلات تعتمد على اهتزاز الصفائح والرقائق كالطبلة والاكسيليفون، وآلات هوائية كالناى والفلوت والساكسفون

الآلات الوترية : فى معظم الآلات الوترية يضغط الانسان على الأوتار باستعمال أصابع يده اليسرى • ويمكن الحصول على نغمات مختلفة بتغيير

طول الجزء المهتز من الوتر فى جميع الآلات الموسيقية ماعدا فى « الهارب » ؛ فهو يتكون من ٤٦ وترا يستحيل معها تغيير أطوال كل هذه الأوتار • ولكن بتغيير قوة الشد يمكن الحصول على الدرجات المختلفة العالية والمنخفضة • (وكذلك فى القانون يوجد ٧٨ وترا مختلفة الطول ويمكن تغيير قوة شدها بمفاتيح خاصة ، وبهذا يمكن الحصول على النغمات ذات الدرجات المختلفة) •

ويعمل الخشب الذى يصنع منه جسم الآلة الموسيقية والهواء المحبوس فيه ، وكذلك نوع الأوتار المستعملة على اصدار النغمات الجميلة المطلوبة • والكمان الجيد يهتز جسمها بدرجة معينة استجابة لكل وتر ولكل درجة صوتية ، وحتى العالى منها ، أما الكمان الرديئة فهى تهتز متأثرة ببعض الأنغام ولا تتأثر بالبعض الآخر •

الآلات التى تعتمد على صفائح أو رقائق : وهى آلات مثل الطبلة تعتمد فى اصدار نغماتها على غشاء رقيق مثبت فى اطار معدنى خشبى أو فخار وتطرق بالعصى أو بالأيدى • ويحدث اهتزاز الغشاء والاطار الخارجى الصوت الخاص • وفى بعض أنواعها يمكن تغيير درجة الصوت الصادر عن طريق تغيير قوة شد الغشاء •

الآلات الهوائية : فى الآلات الوترية كما سبق وعرفنا يحدث اللاعب الصوت نتيجة طرقه للأوتار فتهتز ، وتسرى الاهتزازة فى بقية أجزاء الآلة ويترتب على اهتزازها اهتزاز الهواء المحيط بها • أما فى الآلات الهوائية فان اللاعب يدفع الهواء الى الاهتزاز مباشرة •

وفى معظم الآلات الهوائية ابتداء من الصفارة البسيطة أو الناى الى الأرغن يمكن تغيير درجة الصوت عن طريق تغيير طول العمود الهوائى المهتز ، وفى بعض الآلات مثل النساى والفلوت والكلارنيت والهبوا والساكسفون والباسون يعمل اللاعب على زيادة طول العمود الهوائى بتغطية واقفال فتحات الآلة ويمكنه تقصير العمود الهوائى بفتح تلك الثقوب وقد يعمل ذلك بأطراف أصابعه أو بواسطة مفاتيح خاصة •

وفى الترمبون يمكن تغيير طول العمود الهوائى بادخال واخراج طرف الآلة الخارجى وهو بشكل حرف U فى غيرها من الآلات النحاسية كالكورنيت والترمبيت والتوبا والنفير الفرنسى ، يوجد ثلاث أنابيب مقوسة يمكن التحكم فى كل منها بصمام خاص ، فاذا ضغط على مفتاح بها لأسفل أضيفت هذه الأنبوبة الى العمود الهوائى الكلى ، واذا رفع المفتاح الى أعلى انفصلت أنبوبته عن العمود الهوائى الأصلى ، وبعمل تكوينات مختلفة من هذه الأنبيب الهوائية يمكن للموسيقى أن يحدث نغماته المختلفة •

وفى بعض الآلات الهوائية مثل الكورنيت والتوبا والنفير الفرنسى والترمبون يهتز الهواء نتيجة لاهتزاز شفاه اللاعب ، أما فى الكلارنيت والباسون والساكسفون والهبوا فيهتز لسان خشبى بتأثير نفخ اللاعب ، وباهتزاز اللسان يهتز العمود الهوائى داخل الآلة •

وفى بعض الآلات يكون العمود الهوائى ثابتا ولكن عن طريق تغيير قوة ضغط الشفتين يمكن تغيير قوة الاهتزاز ، وبالتالى نحصل على النغمات المختلفة •

كيف نتكلم

الكلام لا يختلف عن غيره من الأصوات من حيث انه ينشأ عن الاهتزاز • ففى حنجرة الانسان يوجد مانسميه بالحبال الصوتية وهى التى تهتز عندما نصدر الصوت • وهذه الحبال الصوتية مرنة بشكل يسمح لها بالتوتر والتراخى بفعل عضلات الحنجرة ، ويمكن تمثيل الطريقة التى يحدث بها الصوت اذا أحضرت حلقة من المطاط وشددتها حتى تصبح بشكل خيطين متجاورين متوازنين ثم نفخت فيها •

ان كل الهواء الذى نتنفسه سواء أكان شهيقا أم زفيرا يمر فى طريقه بالحنجرة . وفى الأحوال العادية تكون الحبال الصوتية مرتخية على جانبى الحنجرة فيمر الهواء الى الداخل أو الخارج دون أن يحدث أى صوت . ولكن عندما نتكلم أو نغنى فان اشارة تأتى من المخ الى عضلات الحنجرة عن طريق الأعصاب فتجذب العضلات الحبال الصوتية بحيث تصبح المسافة بينهما ضيقة كما حدث فى حالة حلقة المطاط المشار اليها . وعندئذ يرتفع الحجاب الحاجز فيدفع هواء الرئتين الى الخروج من الحنجرة . وفى أثناء ذلك تهتز الحبال الصوتية . ويمكن للانسان تغيير درجة الصوت عن طريق تغيير قوة شد الحبال الصوتية .

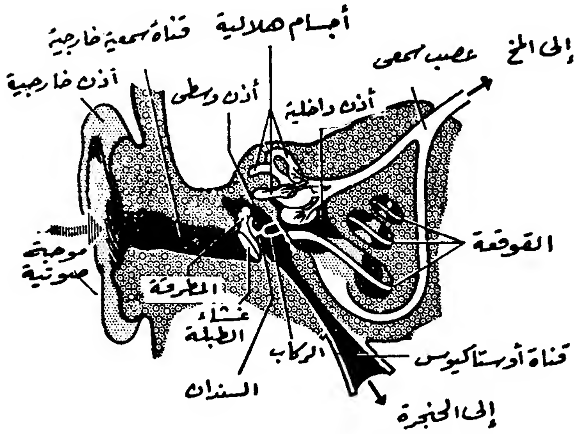
ويتوقف مدى درجة الصوت الطبيعى للانسان على طول الحبال الصوتية . وللنساء أصوات مرتفعة الدرجة لأن حبالهن الصوتية أقصر من الحبال الصوتية للرجال . ولنفس السبب نلاحظ أن أصوات الأطفال مرتفعة الدرجة عن أصوات البالغين .

وليست الحنجرة هى العضو الوحيد الذى يشترك فى عملية الكلام . فهى عملية تشترك فيها الشفاه واللسان والأسنان وسقف الحلق والفم . وكلها تعمل على تشكيل الأصوات المختلفة. وعندما تهمس فى أذن شخص آخر فانك لا تستعمل الحبال الصوتية ولكنك تستعمل فقط الفم واللسان .

ويتوقف نوع صوت الانسان على الرنين الذى يحدث بالتأثير مع الصوت الأصلى فى الفراغات الداخلية . هذه الفراغات هى الجيوب الداخلية والتجاويف الأنفية والفم والحلق والقصبة الهوائية والرئتين والحنجرة نفسها .

كيف نسمع ؟ الأذن عبارة عن الجهاز الذى خصص لاستقبال التموجات الصوتية وتحويلها الى منبهات عصبية . وتتركب الأذن من ثلاثة أقسام : الأذن الخارجية . والأذن الوسطى. والأذن الداخلية.

يوضح الشكل تركيب الأذن ـ هل



تستطيع أن توضح كيف تقوم الأجزاء بوظائفها فى عملية السمع .

والأذن الخارجية تجمع الاهتزازات الهوائية . والأذن المتوسطة تضخم هذه الاهتزازات وتحملها الى الأذن الداخلية التى تحول هذه الاهتزازات الى اشارات عصبية . ولعلك تتأمل الشكل الأعلى لتحصل على فكرة أوضح عن الأذن وعملها .

الأذن الخارجية : وهى عبارة عن « صيوان » كثير التعاريج يتركب من غضروف مغطى بالجلد ويتصل على جانبى الرأس بالقناة السمعية التى تتعمق الى الداخل . والأذن الخارجية تجمع التموجات الصوتية وتركزها وترسلها فى القناة السمعية حتى تصل الى « طبلة » الأذن فتؤثر فيها . وقيمة الأذن الخارجية محدودة فى حالة الانسان فنحن نستطيع أن نسمع بدونها ولكن الكثير من الحيوانات يستطيع تحريك « صيوان » الأذن الى جهات مختلفة ليواجه مصدر الصوت . لذا تلعب أذنه الخارجية دورا كبيرا فى جمع أكبر قدر ممكن من التموجات الصوتية .

وتوجد الطبلة فى وضع مائل فى نهاية القناة السمعية. وبذا تكون حاجزا متسعا لاستقبال التموجات الصوتية أكبر مما لو كانت رأسية تماما . وهى عبارة عن غشاء رقيق غاية فى الدقة تتخلله ألياف رقيقة دائرية لتكسبها المرونة

وألياف أخرى قطرية كأسلاك الشمسية لتكسبها قوة ٠

الأذن المتوسطة : وتحتوى على ثلاث عظيمات دقيقة تسمى الخارجية منها بالمطرقة ، وهى مرتكزة على طبلة الأذن من جهة وترتكز بمفصل على العظيمة الثانية التى تسمى السندان وهذه بدورها ترتكز على الركاب ، وترتكز قاعدة الركاب على نافذة الأذن الداخلية ٠

وتعمل العظيمات الثلاث عمل الروافع فى تضخيم قوة الاهتزازات الصوتية التى استقبلتها الطبلة ٢٢ مرة ٠ هذه الاهتزازات القوية تنتقل الى الغشاء الذى يغطى مدخل الأذن الداخلية ٠

وقبل أن نترك الأذن المتوسطة يجب أن نشير الى قناة استاكيوس التى تصل بين الأذن الداخلية والبلعوم حتى يتعادل ضغط الهواء على جانبى « الطبلة » ، فاذا حدث مثلا وصعدت لارتفاع كبير (أو ركبت مصعدا) فان الضغط الخارجى على « طبلة » الأذن يقل كلما ارتفعت ، وعندئذ يدفع الهواء الداخلى الطبلة الى الخارج ، ولكنك لا تلبث بعد برهة أن تشعر « بطبلة » الأذن وقد عادت الى وضعها الطبيعى نتيجة تعادل ضغط الهواء الداخلى عن طريق قناة استاكيوس الموصلة للفم مع ضغط الهواء الخارجى ، ويساعد البلع على حدوث ذلك التعادل بسرعة لأنه يساعد على فتح نهاية قناة استاكيوس قرب الفم ٠ وأثناء الهبوط من مرتفع تسمح قناة استاكيوس بانتقال الهواء من الفم الى الأذن الداخلية لمعادلة الضغط ٠

الأذن الداخلية : تتركب الأذن الداخلية من « القوقعة » و « القنوات الهلالية » ، وسنناقش هنا القوقعة فقط حيث انها هى العضو المسئول عن الاحساس السمعى فى الأذن ، تنتقل تموجات الصوت بواسطة العظيمات الثلاث الى السائل الموجود داخل القوقعة المحتوية على الحاجز التيهى ٠ هذا الحاجز يتكون من ألياف يبلغ عددها ٢٤٠٠٠ خيط ٠

ولكن كيف تتحول أمواج الصوت فى هذا السائل الموجود بالأذن الداخلية الى اشارات عصبية ترسل للمخ ؟ وكيف يمكن لهذا الجهاز أن يجعلك قادرا على التمييز بين النغمات العالية والمنخفضة من بين الأصوات التى نسمعها ؟ وتبعا لنظرية الرنين التى درسناها فان خيوط الحاجز التيهى تعمل كأوتار بيانو ضخم ٠ وكما عرفنا قبلا اذا ماغنيت أمام أوتار بيانو فان بعض هذه الأوتار تهتز بتأثير صوتك وان الأوتار التى تهتز هى تلك الأوتار التى تتفق فى الدرجة مع درجة الصوت الذى تحدثه وأنت تغنى ، ولذا فانها تهتز بالتأثير ، وفى القوقعة تمتد مثل هذه الأوتار — الخيوط الليفية — رأسيا بين القاعدة والقمة وتختلف فى الطول تماما كأوتار البيانو ، وعندما تهتز بعض هذه الخيوط اهتزازا تأثيريا بفعل الأصوات المنبعثة منها فى الدرجة والآتية من الخارج فانها تؤثر فى بعض الخلايا العصبية المجاورة لها فترسل باشاراتها الى المخ حيث تفسرها حسب درجتها ٠

وعلى هذا فانه فى أثناء لعب البيانو يكون هناك أكثر من بيانو واحد يعمل ! واحد منها يلعب عليه العازف فيؤثر فى آذان مئات السامعين ويهتز اهتزازا تأثيريا تبعا لها خيوط الحاجز التيهى فى قواقع آذان السامعين ٠

والخلاصة أننا نسمع عن طريق التموجات الصوتية التى تمر الى طبلة الأذن ومنها عن طريق العظيمات الثلاث الى القوقعة حيث تهتز الخيوط السمعية متأثرة باهتزازها ، وتقوم الخلايا العصبية بتحويل التموجات الصوتية الى اشارات عصبية ترسل الى المخ ٠

العناية بالأذن : الأذن عبارة عن جهاز معقد يستحق أحسن عناية ٠ ان أى صفعة على الأذن قد تؤدى الى اصابة طبلة الأذن ، وبالتالى الى اختلال تركيب العظيمات الثلاث ٠ كذلك يجب عدم ادخال أى شىء داخل الأذن كاستعمال عود الثقاب أو غيره فى تنظيف الأذن ٠

كذلك يجب تجنب التمخط بقوة لأن ذلك يؤدى الى دفع الهواء فى قناة استاكيوس الى الأذن الوسطى ، وهذا قد يؤذى « طبلة » الأذن وقد يدفع الميكروبات الى الداخل فتصيبها ·

ومن المهم المحافظة على نظافة الأذن حتى لا يصاب الجزء الداخلى منها بالبكتريا وتقوم المادة الشمعية التى تفرزها الأذن الخارجية فتساعد فى المحافظة على الأذن لامتصاص الأتربة وغيرها من الأجسام الغريبة ، وبذلك تحمى الأذن مما قد تحمله هذه الأجسام من ميكروبات ، وعلى كل فاذا تراكمت كمية من هذه المادة الشمعية فيحسن الاستعانة بالطبيب فى ازالتها ·

وعلى هذا نكون فى هذا الفصل قد ناقشنا المبادىء الأساسية للصوت · وهنا بعض ماوصلنا اليه من تعميمات ·

- يحدث الصوت من الاهتزاز ·
- تنتقل الاهتزازات الصوتية بشكل حركة تموجية من مصدر الصوت الى جميع الاتجاهات ·
- تنتقل الاهتزازات الصوتية فى الغازات والسوائل والأجسام الصلبة ·
- ينتقل الصوت فى الهواء بسرعة ١١٠٠ قدم فى الثانية (٣٣٥ مترا فى الثانية) .
- صدى الصوت يحدث نتيجة لانعكاس الصوت ·
- المواد المسامية واللينة تمتص الصوت ·
- تختلف الأصوات فى الشدة والدرجة والنوع ·
- تتوقف درجة الصوت على عدد الذبذبات التى يحدثها الجسم المهتز فى الثانية ·
- الصوت يسبب اهتزازا فى طبلة «الأذن».
- الأذن الداخلية تحول التموجات الصوتية الى منبهات عصبية ·

ابحث بنفسك

١ – استمع الى الأصوات المختلفة فى البيئة التى تعيش فيها · اعمل قائمة بالأجسام التى تصدر الصوت · اشرح السبب فى اختلاف كل صوت فى الشدة والدرجة ·

٢ – افحص البيانو من الداخل لترى كيف يصدر الصوت وما الذى يجعله يختلف وكيف يمكن التحكم فيه ·

٣ – قم بعمل بعض التجارب لاثبات أن بعض المواد جيدة التوصيل للصوت والبعض الآخر ردىء التوصيل له ·

٤ – تعرف على بعض الأماكن (مدرسة – مسرح – استديو – اذاعة أو تليفزيون) حيث توجد بعض المواد العازلة للصوت لترى كيف يمكن التحكم فى الصوت ·

٥ – قم بفحص عدد من الآلات الموسيقية لترى كيف تصدر أصواتها وكيف يمكن التحكم فى هذه الأصوات ·

٦ – افحص جهاز السمع الذى يستعمله الصم لترى كيف يعمل ·

٧ – اجمع بعض الحشرات التى تحدث صوتا وحاول أن تعرف كيف تصدر أصواتها ·

٨ – ابحث بنفسك فى الكتب عن معنى الكلمات: ديسيبل ، التراسونيك ، وسوبر سونيك.

٩ – ابحث عن الوسائل التى تستعملها بعض المدن وغيرها من الأماكن فى تخفيف حدة الأصوات ·

١٠ – قم بعمل بعض التجارب لمعرفة العوامل التى تحدد درجة الصوت وشدته ونوعه ·



الفصل الثانى والعشرون

تدريس « الصوت وكيف نستعمله »

يجد الأطفال متعة فى دراسة الصوت واجراء التجارب المتصلة به بأنفسهم · وهناك من المشاهدات اليومية مايستطيع أن يلاحظه الأطفال فى موضوع الصوت مثل : كيف نخفف من حدته اذا شئنا أو نتحكم فى انتاج الموسيقى ، وكيف ننظم توزيع الصوت فى « صالات » الاجتماعات والحفلات والمسارح وغيرها · ويستطيع الأطفال ابتكار بعض التجارب التى توضح اختلاف الأصوات وكيفية انتقالها ··· الخ · ومن الممكن ايجاد المناسبات التى نربط فيها بين الخبرات العلمية والمواد الدراسية الأخرى بمساعدة مدرسى الموسيقى ومدرسى اللغة · وهناك الكثير من الأشياء التى يستطيع الأطفال عملها مثل لعبة الاكسيليفون لتوضيح مبادىء الصوت · ان هذه الوحدة من أكثر الوحدات تشويقا للأطفال فى المرحلة الأولى واذا روعى اختيار عناصرها المناسبة لمستوى الأطفال أمكنهم استيعابها بسهولة فيما عدا القليل الذى قد يجد الأطفال صعوبة فى استيعابه · ومن الأشياء التى يستطيع الأطفال القيام بها مايأتى :

١ ـ الانصات الى الأصوات المختلفة ووصفها من حيث كونها شديدة أو هادئة ، ومن حيث انها حادة أو منخفضة ، سارة أو مزعجة · ومحاولة معرفة كيف تصدر هذه الأصوات وما الذى يحدث فى أثناء صدورها ·

٢ ـ محاولة الاحساس باهتزاز الأجسام التى تصدر الصوت مثل « الطبلة » والكمان وغيرهما من الأوتار ·

٣ ـ ملاحظة الحيوانات المألوفة المختلفة وهى تصدر أصواتها مثل الطيور وحيوانات المنزل المستأنسة وحيوانات المزرعة وحديقة الحيوان ·

٤ – محاولة احداث بعض الأصوات بالطرق التى وردت فى هذا الكتاب لمعرفة كيف تحدث الأصوات وكيف يختلف بعضها عن بعض .

٥ – الاستماع الى الأصوات الموسيقية التى تعزفها الفرق الموسيقية والأسطوانات ، ودراستها من حيث طريقة احداثها ونواحى تشابهها واختلافها ·

٦ – اللعب بالألعاب الموسيقية المختلفة (الطبلة والصفارة ··· الخ) · ومعرفة نواحى تشابهها واختلافها ، ومحاولة معرفة السبب فى هذا التشابه والاختلاف ·

اكتشاف سبب حدوث الأصوات

هناك كثير من التجارب التى تساعد الأطفال على أن يدركوا أن الأصوات تحدث نتيجة الاهتزاز. ويمكن استعمال الشوكة الرنانة بطرقها والاستماع لصوتها ثم التأكد من اهتزازها بوضع طرفها فى الماء فيتناثر مما يدل على اهتزازها ، ثم طرقها مرة أخرى والانصات لصوتها ، ثم مسك ذراعيها باليد لوقف الاهتزاز ، فنلاحظ انقطاع الصوت ، مما يدل على أن الصوت يحدث نتيجة الاهتزاز (ويمكن الحصول على الشوكة الرنانة من أى مدرسة ثانوية قريبة) · ولا شك أن قيام الأطفال بمثل هذه التجربة ولمس أذرع الشوكة فى أثناء اهتزازها فيه خبرة واقعية مباشرة ·

وبعد أجراء مثل هذه التجربة يطلب من الأطفال اقتراح تجارب أخرى لتساعد على فهم منشأ الصوت من الاهتزاز ·

وفيما يلى بعض الأمثلة لما يمكن أن يأتى به الأطفال من اقتراحات :

شد حلقة من المطاط كالمستخدمة فى حزم بعض الأوراق ثم اطرقها وأنصت الى ماتحدثه من صوت · ثم أوقف اهتزاز خيط المطاط تلاحظ انقطاع الصوت ، ويمكن اجراء نفس التجربة على أوتار الكمان والعود · كذلك اذا لمس الأطفال الراديو أو البيانو فى أثناء العزف أمكنهم الاحساس بالاهتزاز · ويمكن ملاحظة انقطاع الاهتزاز عند اطفاء الراديو ، أو وقف العزف على البيانو . أمسك الحنجرة بأصابعك فى أثناء الكلام ، ثم أوقف الصوت ولاحظ مايحدث · وبعد اجراء مثل هذه التجارب يمكن للتلاميذ أن يصلوا مبدئيا الى التعميم الآتى :

الصوت ينتج عن الاهتزاز · ويمكن التثبت من هذا التعميم بالقراءة والبحث ·

ملاحظة الأجسام التى تحدث الأصوات

يمكن أن يحث المدرس الأطفال على احضار بعض الأشياء التى تصدر صوتا وتشغيلها أمام الأطفال ومحاولة معرفة الأجزاء التى تهتز فيها ، فقد يحضرون لعبا وآلات موسيقية أو يستعملون أصواتهم ، وبعد أن يصلوا فى كل حالة الى تحديد الجزء المهتز ، يمكن اعادة احداث الصوت وسؤال الأطفال عن كيفية اختلاف الأصوات بعضها عن بعض · وسيكتشف الأطفال أن هذه الأصوات تختلف فى الشدة وفى الدرجة وفى النوع رغم أنهم لن يتمكنوا من صياغة اجاباتهم بهذا الأسلوب. وسيقودنا ذلك الى الخطوة التالية وهى المرور بسلسلة من الخبرات لمعرفة سبب اختلاف هذه الأصوات بعضها عن بعض · مثل هذا الأسلوب يمكن أن يفتح الأبواب لدراسة هذه الوحدة ، كما أن هذه الطريقة فعالة وأجدى من الطريقة التى يبدأ المدرس فيها بسؤال التلاميذ « ماذا ترغبون فى معرفته عن الصوت ! » فقد يثير مثل هذا الأسلوب أسئلة جوفاء لأن الأطفال لا يعرفون أى احتمالات يمكن أن يثيروها ·



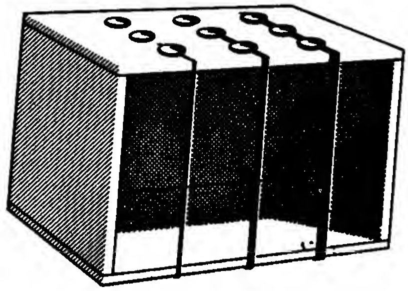
كل جهاز من هـــذه الأجهزة البسيطة يوضح مبدأ من مبادىء الصوت • والمدركات المكتوبة على اللوحة توصـــل اليها عن طريق التجريب والقراءة والمناقشة • وللمراجعة طلب من التلاميذ عرض هذه الأفكار أمام الفصل •

إجراء التجارب على درجة الصوت

يمــكن الاستعانة بصـــندوق طباشير أو صندوق سيجار وبعض خيـــوط المطاط لاصدار أصوات مرتفعة أو منخفضة الدرجة لمعرفة كيفيــة حدوثها • شد خيط المطاط فوق فتحة الصندوق واجذبه (يمكن الاستعانة بدبابيس الرسم لتثبيت خيط المطاط فى جوانب الصـندوق على مسافات مختلفة) ثم أنصت للأصوات الصادرة منه • زد من قوة شد خيط المطاط وطرقه والانصات لصوته تلاحظ أن زيادة قوة الشد ترفع من درجة الصوت.

كرر التجربة باستعمال خيط رفيع وخيـط سميك بقوة شد واحـــدة على الصندوق ، اطرق الخيطين واستمع لصوت كل منهما • زد من قوة الشد لكليهما وأنصت للصوت الحادث عندئذ •

من هذه التجارب يبدأ الأطفال يدركون أن درجة الصوت ترتفع وتزداد بزيادة قوة الشـــد وبنقص ســمك الوتر ، واذا تأملوا الخيــوط وهى تهتز باستعمال عدسة مكبرة فربما أمكنهم التوصل الى أن السبب يرجـع الى سرعة الاهتزازات التى يحدثها الخيط ، وباستعمال الخيط المطاط يمـكن بسهولة ادراك العـلاقة بين سرعة الاهتزاز وبين درجــة الصــوت • ويشجع الأطفـــال على ابتكار تجاربهم الخاصة لتوضيح هذه المبادىء وعلى ملاحظة



أشرطة المطاط المشـــدودة على صـــندوق الطباشير توضح فكرة شدة الصوت • ويمـكن اجراء التجارب بأشرطة مختلفة السمك والشد •

أن زيادة سمك الخيط وضعف قوة شده يجعلانه يهتز ببطء بدرجة يمكن معها رؤية الخيط وهو يهتز بوضوح ، فى حين أن استعمال خيط رفيع مشدود بقوة يجعل من المتعذر رؤيته وهـــو يهتز بسبب سرعته الكبيرة •

ويمكن اثبات هـــذه المبادىء على أوتار الكمان أو العود • فغالبـــا مايكون من بين تلاميـــذ الفصل تلميذ عنده آلة من هذه الآلات أو مشترك فى احدى الفرق الموسيقية بالمدرســـة أو أحـــد النوادى • ويمكن للتلاميذ مشاهدة تأثير زيادة قوة الشـــد واضعافها ، وملاحظة الفرق بين الصـــوت الصادر من الوتر الرفيع والوتر السميك ، كذلك يمـــكن اســـتعمال الكمان أو العود فى معرفة تأثير تغيير طول الجزء المهتز من الوتر على درجة الصوت الناتج عنه فان الضـــغط على جزء من الوتر يحبس جزءا من الوتر عن الاهتزاز ، وبهذا يمكنهم ادراك أن درجـــة الصـــوت ترتفع كلمـــا نقص طول الوتر والعكس صـــحيح • ويمـــكن الاســـتعانة بآلات موسيقية أخرى لاجراء مثل هذه التجارب •

إجراء التجارب عن كيفية انتقال الصوت

اذا تصـــادف وكان بالمدرســـة أنبوبة من أنابيب المياه تصل بين طابق من طوابق المبنى فان التلاميذ يمكنهم التأكد من أن الصوت ينتقل خلال المواد المعدنية بالطرق على الأنبوبة فى الطابق الأول وســـماع الطرقات فى الطابق الثـــانى فيستنتج التلاميذ أن الصوت انتقل خلال الأنبوبة من طابق لآخر •

وهنـــاك تجارب متعددة أخرى يســـتطيع الأطفال القيـــام بها لمساعدتهم على أن يدركوا أن بعض المواد أجود من غيرها فى توصيل الصوت ؛ فمثلا اذا قام أحد الأطفال بطرق الشوكة الرنانة على حافة المنضدة وامساكها فى الهواء فان الأطفال الجالسين عند الطرف الآخر من المنضدة لن يسمعوا صوتها ، ولكن اذا قام بوضـــع قاعدة الشـــوكة الرنانة على المنضـــدة بعد طرقها أمكنهم ســـماع صوتها بسهولة اذا وضعوا آذانهم على المنضدة • ويمـــكن للأطفال استعمال نفس التجربة للكشف عن أى الأجسام جيد التوصيل للصوت • ويحسن أن يشجع التلاميذ على تصميم تجاربهم بأنفسهم •

ومن التجارب الشائقة لدراسة انتقال الصوت تجربة عمل التليفون البسيط بعلبتين من العلب الصفيح والخيـــط المشدود بينهما ، مع ملاحظة أن الفكرة التى يقوم عليها هذا التليفون تختلف عن فـــكرة التـــليفون العادى ، ولـــكن التجربة تمكن الأطفال من ادراك أن الصوت الانسانى يمكن أن ينتقل خلال السلك أو الخيط من مكان الى آخر •

ولعمل هـــذا التليفون أحضر علبتى صفيح (علب صلصة مثـــلا) وزرارين وبضع أقدام من خيـــط أو سلك رفيع • ويجب ازالة غطاء العلبة بعناية حتى لا يســـبب أى ضرر للأطفـــال • اعمل ثقبا صـــغيرا فى قاعدة كل علبـــة • أدخل طرفى

الخيط كل فى علبة ثم ثبت الزرار من الجهة الأخرى فى طرف الخيط . ويمكن اجراء التجربة بالاستعانة بطفلين يمسك كل منهما باحدى العلبتين على بعد كاف من الآخر ويشد الخيط ، ثم يتكلم أحدهما فى العلبة التى معه ويضع الآخر العلبة الثانية على أذنه والعكس عندما يرد الأخير على زميله فيسمع كل منهما الآخر ٠

دراسة المواد العازلة الصوت

قد يجد الأطفال فى المبنى المدرسى أو بعض المبانى القريبة غرفا اتخذت فيها الاحتياطات بالمواد الخاصة لامتصاص الصوت ٠ واذا تيسر الأمر يمكن للمدرس أن يأخذ الأطفال الى أحد استديوهات الاذاعة ، حيث يجدون الاستعدادات العامة التى اتخذت لامتصاص الأصوات ٠ وقد يكلف المدرس مجموعة من الأطفال بزيارة الاستديو وبعد عودتهم يتحدثون الى الأطفال الآخرين عن مشاهداتهم ٠ وقد يتمكن المدرس من الحصول على بعض نماذج من المواد المستعملة لهذا الغرض من أحد المحال أو المقاولين الذين يستخدمون هذه المواد العازلة ٠

دراسة سرعة الصوت

عندما يعرف الأطفال أن سرعة الضوء أكبر من سرعة الصوت يمكنهم القيام بتجربة فى ملعب المدرسة ، فيكلف أحد الأطفال بأن يأخذ طبلة أو أى آلة أخرى تحدث صوتا عاليا ويذهب الى آخر الملعب ويقف بقية الأطفال فى الطرف الآخر من الملعب ، ثم يقوم التلميذ بطرق الطبلة ، وعندئذ يلاحظ الأطفال أنهم رأوا ذراع زميلهم وهو يطرق الطبلة ، وبعد برهة سمعوا صوت الطرقة ، وهم يشاهدون زميلهم عن طريق انتقال الضوء منه اليهم ، ويسمعون الصوت لأنه ينتقل من الطبلة الى آذانهم ، ولكن الصوت أبطأ فى انتقاله اذا قورن بالضوء ٠ ولعل بعضهم شاهد أحد العمال وهو يعمل على سطح مبنى بعيد ولاحظوا أن صوت طرقات « الشاكوش » تصل اليهم بعد أن يكون قد انتهى فعلا من هذه الطرقة وبدأ يرفع يده « بالشاكوش » ليطرق طرقة أخرى ٠

استعمال البوق (الميجافون)

يستطيع الأطفال وهم يجرون التجربة السابقة خارج الفصل أن يستعملوا البوق لمعرفة كيف يمكن توجيه الصوت الى وجهة معينة ٠ دع أحد الأطفال ينتقل بضعة أمتار بعيدا عن المجموعة ثم يصيح مستعملا البوق مرة ، ومرة أخرى بدونه كما يستطيع الأطفال عمل بوق بسيط بالورق ٠ ومن المشوق للأطفال الانصات الى دقات ساعة خلال بوق أو أسطوانة طويلة من الورق ، ثم محاولة سماعها من على نفس البعد بدون هذه الأسطوانة ٠ ويحسن تشجيع الأطفال على البحث عن وسائل أخرى لتوجيه الصوت مثل أنابيب التحدث مثلا (أحيانا يتحدث البواب من أسفل مع أسرته المقيمة على السطح خلال مواسير التهوية) ٠

عمل تجارب الاهتزاز التأثيرى

يمكن استخدام الشوكة الرنانة لتوضيح قاعدة الاهتزاز التأثيرى ٠ استخدم شوكتين لهما نفس التردد (عدد ذبذباتهما واحد وليكن ٢٥٦ ، وهى الشوكة التى تقابل صوت«سى»على البيانو)٠ ضع احدى الشوكتين وقاعدتها مرتكزة على المائدة أو سطح صلب ، لا تجعلها تهتز ، اطرق الشوكة الثانية ثم ضع قاعدتها على نفس المائدة فى أثناء اهتزازها بحيث تبعد قاعدتها بمقدار بوصة واحدة عن قاعدة الشوكة الأولى ، وبعد لحظة أوقف اهتزاز الشوكة الثانية بأن تمسك ذراعيها بيدك٠ أنصت الى الشوكة الأولى تلاحظ أنها تصدر صوتا خافتا يدل على أنها تهتز ٠



هاتان الملعقتان طرقتا توا فى المنضدة وتستمع الفتاة لأثر ذلك حينما ينقل الصوت فى الخيط الى اذنيها • ويمكن استخدام أدوات منزلية أخرى وخيط اقوى أو سلك لتوضيح كيف ينتقل الصوت •

واذا لم تتوافر الشوك الرنانة فيمكن للأطفال أن يغنوا أمام أوتار البيانو بنغمات مختلفة وملاحظة بعض أوتار البيانو وهى تهتز متأثرة بالغناء ، أو يمكن استعمال جرس بدلا من الغناء فيدق الجرس مقابل أوتار البيانو ، وربما يتذكر الأطفال خبرات أخرى لهم فى المنزل عن الرنين التأثيرى (الزهريات الموضوعة على البيانو) •

حصص بعض الآلات الموسيقية

اذا كان بعض الأطفال يأخذون دروسا فى الموسيقى ، فانه من المناسب تطبيق المبادىء التى درسوها فى حصص العلوم عن الصوت على الآلات التى يعزفون عليها ، ويمكن لمن درس منهم فى دروس الموسيقى شيئا عن كيفية عمل هذه الآلات أن يشرك الفصل معه فيما اكتسب من خبرة فى تلك الحصص •

وعند عرض الآلات الموسيقية ، على الأطفال أن يلاحظوا أو يستمعوا اليها لاكتشاف الآتى : ماهى الأجزاء التى تهتز لتحدث الصوت ؟ وكيف تختلف الأصوات فى الدرجة والشدة ؟ وما الذى يسبب اختلاف الأصوات فى النوع ؟ ويجب أن يتم ذلك بشكل عملى يفسح للأطفال العزف على الآلات التى تقع تحت أيديهم •

وربما لا يكون الأطفال قد شاهدوا البيانو من الداخل • وليس من الصعب رفع الغطاء • وعندئذ يمكن رؤية الأوتار والمطارق • ويمكن اجراء التجارب الثلاث المقترحة على البيانو ، أو على الساكسفون ، أو الكورنيت ، أو الكمان ، أو العود ، أو على أية آلة أخرى يستطيع الأطفال احضارها • واذا تيسر وجود أرغن من النوع القديم (نفخ الفم) يستطيع المدرس ازالة غطائه ورؤية الأنابيب الهوائية • ويمكن للأطفال ملاحظة اختلاف هذه الأنابيب بعضها عن بعض (فى الطول والمقطع) •

واذا كان فى المدرسة أو فى الحى مدرس للموسيقى يحسن دعوته الى الفصل فى أثناء تدريس الآلات الموسيقية فانه يستطيع المساهمة الى حد كبير فى تزويد الأطفال بالمعلومات التى تساعدهم على فهم الموضوع ، فضلا عن توفير عنصر التشويق بما يساعد على جعل الدرس غنيا بخبراته •

ويلخص الجدول الآتى أوجه النشاط والخبرات التعليمية ذات الصلة بالآلات الموسيقية التى يمكن أن نجدها فى المدرسة الابتدائية :

الآلة الموسيقية	النشاط	الخبرة التعليمية
الطبلة أو الجاز	يدق الأطفال على الطبلة بالعصى أو بأيديهم • ضع قصاصات ورق على سطح الطبلة ، دق الطبلة بشدة تشاهد قصاصات الورق وهى تهتز ، اطرق برفق ثم اطرق بشدة •	◆ الطبلة تهتز أثناء اصدارها الصوت • ◆ الدقة القوية تحدث صوتا شديدا والدقة الخفيفة تحدث صوتاً أقل شدة •
اكسيليفون	يلعب الأطفال بالطرق على القضبان •	◆ القضبان الطويلة تحدث صوتا منخفض الدرجة • ◆ القضبان القصيرة تحدث صوتا مرتفع الدرجة •
البيانو	افتح غطاء البيانو وافحص الأوتار : ١ ـ لاحظ كيف يحدث الصوت عند الضغط على الأصابع • ٢ ـ لاحظ اختلاف الأوتار فى الطول • ٣ ـ المس البيانو أثناء العزف •	◆ تحدث الأصوات نتيجة طرق الشواكيش المغطاة للأوتار • ◆ الأوتار القصيرة تصدر أصواتا حادة النغمة، والأوتار الطويلة تصدر نغمات منخفضةالدرجة. ◆ عند العزف على البيانو يمكن أن نحس بالاهتزاز •
المثلث المعدنى	١ ـ اطرق المثلث • أنصت اليه • ٢ ـ اطرقه ثانيا ثم أمسك ذراعه بيدك • ٣ ـ أمسك المثلث جيدا ثم اطرقه •	◆ يحدث المثلث صوتا عند طرقه ◆ المثلث يهتز فى أثناء اصداره الصوت • ◆ عند طرق المثلث فى أثناء الامساك به يحدث صوت مكتوم •
الصنج (كاستانيت)	١ ـ أطرق الصنج (الكاستانيت) • أنصت لصوتها • ٢ ـ اطرقها • المس سطحها برقة بأصابعك • ٣ ـ ادلكها بيدك • ٤ ـ اطرقها ثم ضع يدك على احدهما •	◆ يحدث الصوت من الصنج (الكاستانيت) نتيجة طرقهما معا • ◆ تهتز الصنج أثناء احداث الصوت • ◆ دلك الصنج يحدث صوتا مكتوما • ◆ وضع اليد عليهما يوقف الصوت الصادر منهما فى الحال •

دراسة كيفية حدوث الصوت « الإنسانى »

ان عرض صورة للحبال الصوتية على الأطفال قد يساعدهم على فهم تركيب الحنجرة ، وكذلك تحسس الاهتزاز بأنفسهم على حنجرتهم أثناء الكلام ، يساعدهم على فهم كيفية اهتزاز الحبال الصوتية • كما أن فى معرفة الأطفال للدور الذى تقوم به الأسنان واللسان والفم فى تشكيل الأصوات المختلفة كسباً لخبرة هامة.وقد يساعدهم ذلك على تحسين النطق بالاستخدام السليم لهذه الأعضاء • واذا كان هناك مدرس أو اخصائى فى الكلام وعلاجه أو أحد المتخصصين فى هذا الميدان يجب الاستعانة به فى تحسين نطق الأصوات المختلفة •

وكمقدمة لمعرفة طريقة حدوث الصوت يمكن للأطفال أن يبدءوا بنطق الحروف الأبجدية والانتظار برهة بعد كل حرف لملاحظة وضع اللسان والشفاه ••• الخ ، ويمكن للأطفال مناقشة أهمية نطق الأصوات المختلفة فى الكلام بوضوح وبشكل طبيعى ، حتى يمكن للسامع فهمها بسهولة • طبيعى أن هذه النصيحة ليست كافية لحل مشكلات الكلام ، ولكنها مثال لتطبيق المعلومات العلمية التى يدرسها الأطفال فى الحياة العملية •

أوجه نشاط خاصة

يمكن للأطفال الذين يتضح اهتمامهم الخاص بموضوع الصوت ، أن يتبنوا بعض المشروعات ذات الصلة ببعض مبادىء الصوت التى درست •

وفيما يلى بعض أمثلة منها ويمكن التفكير فى كثير غيرها :

عمل آلة موسيقية بأصص الزرع

يمكن عمل هذه الآلة باستعمال عدد من أصص الزرع المختلفة الأحجام ، وذلك بتعليقها مقلوبة من ثقوبها فى حبل مشدود بين كرسيين أو مسمارين فى الحائط ويمكن استعمال شاكوش أو أى جسم صلب للطرق على الأصص •

عمل سلم موسيقى باستعمال زجاجات

بقليل من الصبر والتجريب يمكن للتلاميذ وضع كميات مختلفة من الماء فى زجاجات للحصول على أصوات السلم الموسيقى ، ويمكن استعمال مجموعة من أنابيب الاختبار لنفس الغرض ، ويحدث الصوت من الزجاجات أو الأنابيب بالنفخ عند الفوهة •

عمل اكسيليفون

يمكن عمله بقطع سيقان مختلفة الأطوال من الخشب والصلب وتثبيتها على ساقين طويلين من الخشب كما فى الاكسيليفون الحقيقى ، ويمكن الحصول على أصوات السلم الموسيقى بترتيب هذه السيقان وبالطرق عليها قد يمكن اصدار نغمات خاصة • ويمكن استعمال مسمار حديدى كبير فى الطرق عليها •

فحص الأذن

من النواحى المرتبطة بدراسة موضوع الصوت ، موضوع العناية بالأذن • وعن طريق القراءة أو التحدث مع الممرضة أو الطبيب يمكن للأطفال الحصول على معلومات عن القواعد السليمة للعناية بالأذن ووقايتها •

وسيجد كثير من المدرسين أنهم لم يكتشفوا عيوب السمع فى أطفالهم لأنهم لم يقدروا من قبل أهمية ذلك • ومن الاختبارات البسيطة للسمع تجربة الانصات لدقات الساعة ، وفيها تغطى احدى الأذنين بالقطن وتقاس المسافات التى تسمع عندها دقات الساعة ، وتظهر هذه التجربة البدائية العيوب الواضحة للسمع . ولكن هناك جهازا دقيقا لقياس السمع يعرف بالاديوميتر ويستخدم لاختبار عدد كبير من الأطفال فى وقت واحد ،

ويعطى كل طفل سماعة ويرسل اليهم خلالها اشارات كأرقام بدرجات مختلفة وشدة مختلفة عن طريق الجهاز المتصل بالسماعات وعلى الأطفال أن يسجلوا هذه الاشارات ويمكن بهذا الجهاز اكتشاف عيوب السمع بسرعة وبدقة ٠

ويجب التأكد عند بدء العام الدراسى من أن الأطفال الذين يعانون من عيوب فى السمع قد أعطوا العلاج اللازم ٠ وكل مايجب على المدرس عمله هو اجلاسهم فى الصفوف الأمامية ٠

مصادر لبحثها

١ ـ زيارة دور السينما وبعض المبانى العامة والاستديوهات لمعرفة كيفية التحكم فى الصوت ٠

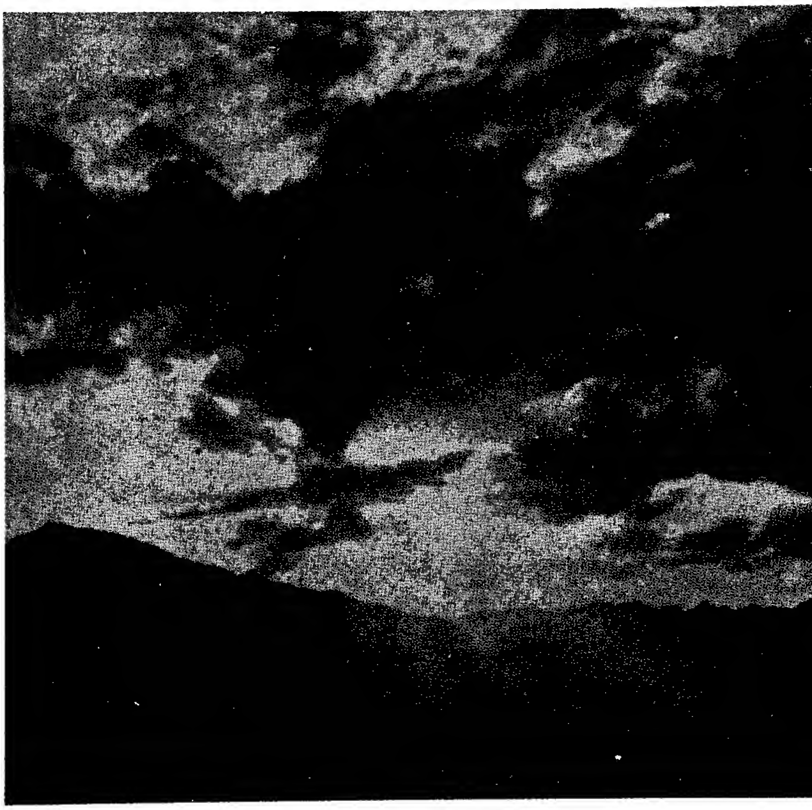
٢ ـ الاستعانة بمدرس أو مدرسة الموسيقى لعرض الآلات الموسيقية المختلفة وشرح كيفية صدور الصوت من كل منها ٠

٣ ـ محل بيع الآلات الموسيقية لمشاهدة الآلات الموسيقية ومعرفة كيفية اللعب عليها والتحكم فى الصوت الصادر منها ٠

٤ ـ مدرس أو اخصائى الكلام لشرح كيفية احداث الصوت البشرى وكيفية التحكم فى أصواتنا وتحسينها ٠

٥ ـ جمع بعض الحشرات التى تصدر الصوت لمعرفة كيف تحدث أصواتها وكيف تغير من تلك الأصوات ٠

٦ ـ زيارة بعض الجهات التى تتجر فى مواد البناء العازلة للصوت لمعرفة أنواع المواد المستعملة لهذا الغرض ٠



الفصل الثالث والعشرون - أ

الضـــوء وكيـــف نستخدمه

انه شعاع من الضــــوء انبعث عن الذرات الثائرة فى الشمس وقد بدأ طريقه الى الأرض حيث عليه أن يقطع ٩٣ مليون ميل فى ثمان دقائق حتى يصل الى الشارع الذى يقع فيـــه منزلك . وهنـــاك يمتص بعض الضــوء ويتحول الى حرارة تدفىء المكان ، ويلعب طفل فى ضــوء الشمس الساكن فيحدث الاضطراب فيـــه مؤقتا ويسبب ظهور الظل الذى يسقط على « الرصيف » . وينعكس بعض الضوء من الأجسام التى تغمرها أشعة الشمس الى عينيك فتصبح مرئية لك وتتمتع بمنظرها من نافذة منزلك .

ان الضوء عبارة عن رســـالة تحمل الينا أخبار الكون ، والضوء هـــو المنبه الخارجى لأهم حواس الانسان وهى حاســـة الابصـــار ، فينبه أعصابها وتحمل المنبهات الضـوئية الى المخ الذى يفسره على أنه نجم بعيد ، أو شمس متألقة ، أو وجه صديق .

والضوء يحـكم الحيـــاة . ان توالى الليل والنهار يحكم حيـاة النبات والحيوان وينظمها . وتزود الشـــمس النبات الأخضر بالطاقة اللازمة لعملية صنع الغذاء . ولهذا فهى العامل الأساسى فى حيـاتنا على الأرض . وأنواع الوقود المختلفة كالفحم والغاز والبترول عبارة عن مخازن للطاقة الشمسية التى وضعتها فيها الشمس منذ ملايين السنين .

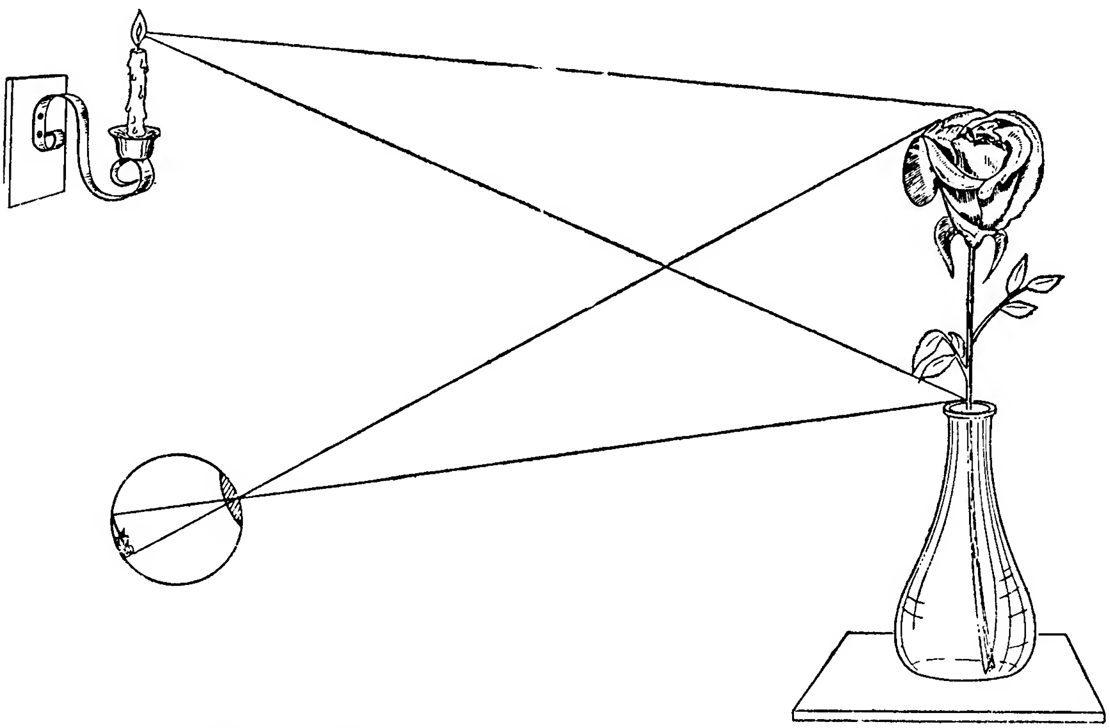
انتقال الضوء

من أهم الكشوف التى توصل اليها الانسان عن الضوء أنه ينتقل فى الفضاء بسرعة ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية . وليس لدينا على الأرض مايدلنا على هذا المفهوم . فاذا فتحت نافذة غرفتك المظلمة فان الضوء يغمر كل أركانها فى الحال . فالمسافات

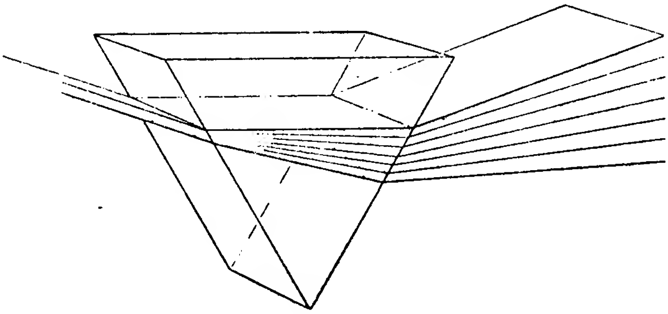
على الأرض صغيرة بدرجة لا تسمح لنا بأن تدرك أن الضوء يستغرق وقتا محسوسا فى الانتقال من مكان الى آخر • ولكنها بين الأجرام السماوية شىء ملموس • فاذا انطفأت الشمس فجأة فاننا نستمر فى رؤيتها لمدة حوالى ٨ دقائق بعد انطفائها لأن الضوء كما عرفنا يستغرق هذا الوقت لينتقل من الشمس الى الأرض • وضوء القمر (الذى هو فى الواقع ضوء الشمس منعكسا على الأرض) يستغرق ثانية وثلث ثانية لينتقل مسافة ٢٣٨٫٠٠٠ ميل وهى المسافة بين القمر والأرض • وفى (الفصل ٩ أ) الكثير من المعلومات الشائقة عن تطبيقات انتقال الضوء فى الفضاء • وقد عرفنا أيضا أن المسافة التى يقطعها الضوء فى السنة تعتبر مقياسا يستعمل فى قياس الأبعاد الكونية ويعرف بالسنة الضوئية •

ما هو الضوء

لقد كان هذا السؤال موضوع جدل منذ عدة قرون • لقد اعتقد أفلاطون وغيره من قدماء الفلاسفة أن الضوء هو عبارة عن انبعاث شىء من العين يجعلنا نرى الأشياء • وقد وضع اسحق نيوتن نظريته عن الضوء سنة ١٧٠٠ ؛ فقد اعتقد أن الضوء يتركب من جسيمات تبعث من الأجسام المضيئة • وفى نفس الوقت تقريبا خرج العالم الهولندى كريستيان هيدجنز بنظريته المضادة التى عرفت الضوء بأنه عبارة عن اهتزاز او تموجات تسرى فى الفضاء • وكل من النظريتين تفسر بشكل مقنع بعض الظواهر ، ولكنها تعجز عن تفسير البعض الآخر • وحديثا افترض اينشتين أن الشعاع الضوئى ماهو الا مجموعة من قذائف من الطاقة سماها الفوتون • وعموما فاننا نستطيع أن نعرف الضوء بأنه نوع من الطاقة التى تسبب الرؤية •



نرى الوردة لأن الضوء ينتقل اليها ثم ينعكس الى اعيننا • انظر الشرح للتفاصيل •



عندما يمر شعاع ضوئي من أحـد جانب منشـور زجاجي تظهر الـوان قوس قزح من الجانب الآخر ٠ الضوء الأبيض خليط من عدة ألوان ٠

الظلال

لعل أبسط صـورة ترسـمها الطبيعة هي ظلال الأجسام ٠ ونحن نلاحظ الظلال في أوضح صورها في الصباح الباكر أو قبيل الغروب حيث تنبعث الظـلال الطويلة من الأجسـام المعتمة كالأشجار والأشخاص ٠ واننـا اذا تأملنا الأمر قليلا لوجدنا أن هذه الأجسام لا ينبعث منها شيء ولكنها على العكس تحجب أشـعة الشمس التي ترسم صورة أطراف الجسم على الأرض أو الحائط.

والأرض أيضـا تبعث بظلها في الفضـاء ٠ فاذا دخل القمر مخروط ظل الأرض حدث خسوف القمر ٠ واذا وقعت الأرض في ظل القمر حـدث كسوف الشمس ٠

وطبيعي أنه ليست كل الأجسام غير منفذة للضوء فالزجاج وبعض أنواع البلاستيك أجسام شفافة تسمح بمرور الضـوء ٠ وقد اسـتعمل أجـدادنا القـدماء الورق المدهون بالزيت لتغطية النوافذ حتى تسـمح بمرور الضـوء الى داخل المنازل ٠ والمواد التي تشبه الورق المدهون بالزيت أو الزجاج المخشـن والتي تسـمح بمرور جزء من الضوء ولكن لا تسمح برؤية الأجسام التي خلفها بوضوح تسمى الأجسام النصف شفافة ٠ ونحن في بناء مدارسنا ومنازلنا نستعمل أنواعا مختلفة من المواد التي تتفاوت في قدرتها على انفاذ الضوء.

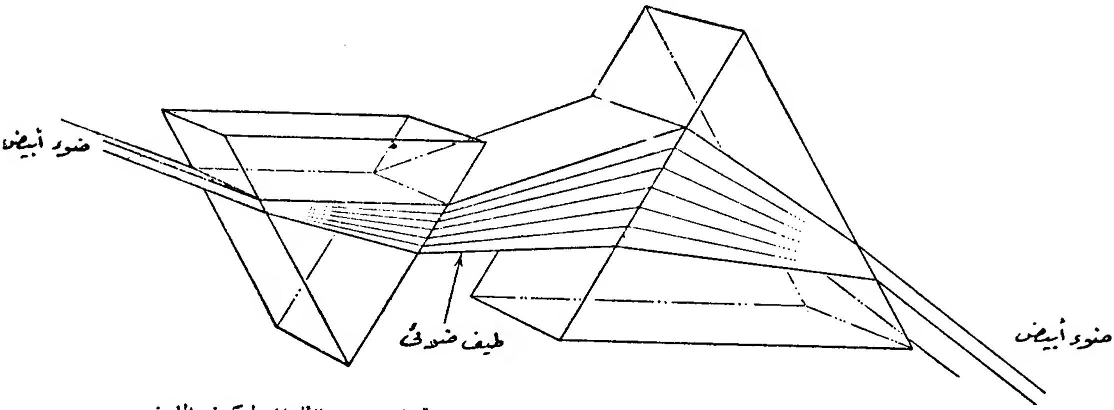
كيف نرى الأجسام التي حولنا

تصور زهرة حمراء في أصيص على منضدة قاتمة اللون عليها مفرش أبيض في غرفة مظلمة تماما ، فانك لا تستطيع رؤيتها مهما فتحت عينيك. أشعل شمعة فانك تسـتطيع رؤيتها ٠ فلماذا ؟ وكيف يمكنك رؤية الزهرة مثلا ؟

ان الضـوء ينتقل من الشـمعة الى بتلات الزهرة وساقها ، وعندئذ تمتص بعض الضـوء بواسـطة بعض الذرات التي يتركب منها النبات وينعكس البعض الآخر في جميـع الاتجاهات من سطح الزهرة ، ويدخل بعض الضوء المنعكس الى عينيك مكونا صورة للزهـرة في الجزء الخلفي من العين ٠ هذه الصورة تؤثر في النهايات العصبية للغشاء المبطن للعين فتحملها الى المخ حيث يفسرها على أنها زهرة حمراء ٠

وبالرغم من أن الزهرة تعكس ضوء الشمعة الى عينيك الا انك لا ترى الشـمعة كما تراها في المرآة ٠ وهــذا لأن الضـوء الساقط على الزهرة ينعكس بدون انتظام وبطريقة خاصة فيبين شكل الزهرة وتركيبها بدلا من صورة الشمعة ٠ وبمعنى آخر أن تأثير سطح الجسم وتركيبه على الضوء هو الذي يجعلنا نرى هذا الجسم ٠ والسطح العاكس الناعم الى درجة تامة لا يرى ، بل يرى عليه مصدر الضوء فقط ، كما يحدث في حالة المرآة ٠

وحتى اذا وضعت ستارة قاتمة بين الشمعة



يتفرع الضوء الأبيض لتكوين طيف من ألوان مختلفة ثم تتحد الألوان لتكون اللون الأبيض ·

والزهرة فستظل ترى الزهرة · وذلك لأن بعض الضوء الساقط على الجدران والسقف قد انعكس منها حتى وصل الى الزهرة · فالضوء الخارج من الشمعة يسير فى جميع الاتجاهات وينعكس الى جميع الاتجاهات أيضا ·

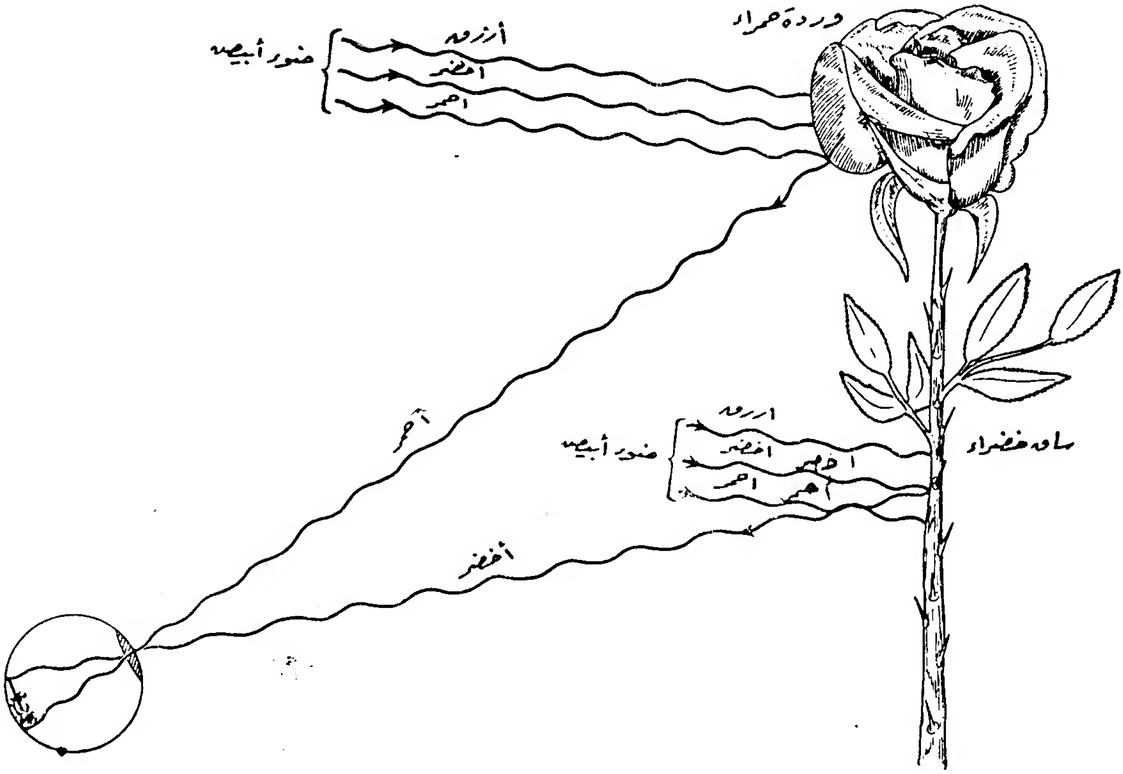
وتبدو المائدة فى أعيننا أدكن من الزهرة ، والزهرة أقتم من المفرش ، فلماذا ؟ السبب هو أن ذرات سطح المائدة تمتص جزءا كبيرا من الضوء (تموجات أو فوتونات) الذى يسقط عليها وتحوله الى حرارة ، وقليل منه هو الذى ينعكس ويصل الى عينيك · أما الزهرة الحمراء فتمتص جزءا من الضوء ولكنها تعكس جزءا أكبر من الجزء الذى تعكسه المائدة القاتمة · ويعكس المفرش الأبيض معظم الضوء الساقط عليه ويمتص قليلا جدا منه · ولهذا يعزى الاختلاف فى اضاءة الأجسام المختلفة ، رغم أنها تقع تحت مصدر ضوء واحد الى مقدار الطاقة الضوئية التى تمتصها والتى تعكسها ذرات سطح كل من هذه الأجسام ·

اللون

لماذا تبدو بتلات الزهرة حمراء والساق خضراء ، ماالذى يحمل للجسم لونه الخاص ؟ لكى نفهم الألوان لابد أن نعرف شيئا أكثر عن طبيعة الضوء نفسه · اننا اذا أمررنا شعاعا من ضوء الشمس أو المصباح فى منشور ثلاثى من الزجاج واستقبلنا الضوء الخارج على حاجز أبيض أو شاشة فاننا نشاهد عليه طيفا من الألوان · فكان الضوء الأبيض قد تحلل الى ألوان سبعة هى بالترتيب : الأحمر ، والبرتقالى ، والأصفر ، والأخضر ، والأزرق ، والبنفسجى · وتتداخل حافة كل لون فى اللون الآخر قليلا · وكان اللون الأبيض فى الحقيقة عبارة عن خليط من عدة ألوان. وقد أثبت اسحق نيوتن ذلك بتجربة بسيطة مستعملا منشورين زجاجيين فأرسل حزمة ضوئية بيضاء فى منشور زجاجى فخرجت من الجانب الآخر بشكل مجموعة من ألوان الطيف ، ثم استقبل هذا الطيف على منشور آخر معكوس الوضع (بالنسبة للمنشور الأول) فوجد أن هذه الألوان قد اتحدت ثانيا داخل المنشور وخرجت من الجهة الأخرى بشكل شعاع أبيض يمكن استقباله على حائط فيظهر بشكل بقعة بيضاء ·

وعلى هذا يمكن تحليل الضوء الأبيض الى ألوان ، ويمكن تجميع هذه الألوان لتحصل منها على اللون الأبيض · ولكن ماالذى يحدث اذا أمررنا شعاعا أخضر فى المنشور ؟ لن يحدث شىء · سيخرج الشعاع أخضر كما هو ·

والسبب فى اهتمامنا بدراسة الضوء



الورد أحمر لأنه يمتص كل الألوان فى الضوء الأبيض ماعدا الأحمر ٠ وينعكس هـذا الضوء على عينك ٠ لماذا يكون لون السـاق أخضر ؟

الأبيض هـو أننا نعيش فى عالم يغمره الضـوء الأبيض ٠ والألـوان التى تراها فى الأجسـام (فيما عدا الأجسام التى تبعث الضوء بذاتها) هى نتيجة لأن هذه الأجسام يغمرها الضـوء الأبيض المكون من مجموعة من الألوان : الأحمر ، والبرتقالى، والأصفر ، والأخضر ، والأزرق ، والبنفسجى ٠

والآن نعود الى السؤال الأصلى : لماذا نرى بتلات الزهرة حمراء ولون ساقها أخضر ؟ لما كانت البتلات التى يغمرها الضـوء الأبيض تسـتقبل أشـعة من اللون الأحمر ، والبرتقالى ، والأصفر ، والأخضر ، والأزرق ، والبنفسـجى ٠ فان ذرات سطح البتلة تمتص جميع هذه الأشعة كنوع من الطاقة فيما عدا الأشعة الحمراء التى تنعكس منها حتى تصل الى العين وتؤثر فى النهايات العصبية فتسبب الاحساس باللون الأحمر ٠ وبمعنى آخر نسـتطيع أن نقول ان لون الجسم المعتم لا يحدده نوع الأشعة التى يمتصها هـذا الجسم بل تحدده ألوان الأشعة التى يعكسها،فاللون الأحمر الذى نراه فى الزهرة هو فى الواقع اللون الأحمر الموجود فى الضوء الأبيض الذى يغمر الزهرة ٠ ويبدو سـاق الزهـرة أخضر اللون لأنه يمتص جميـع ألوان الطيف فيما عدا الأخضر الذى يعكسه ٠

أما الزهرة البيضاء فتعكس نسبة كبيرة من جميـع ألوان الضـوء الأبيض ، ولذا تبدو بيضاء اللون ٠ وفى الطبيعة قليل جدا من الأجسام ذات لون أحمـر نقى ، أو أزرق نقى ، أو أخضر نقى ٠ فالتفاحة الحمراء مثلا تعكس من اللون الأحمر أكثر مما تعكس من غيره من الألوان ولكنها تعكس أيضا قليلا من الأزرق والأخضر ٠

قوس قزح

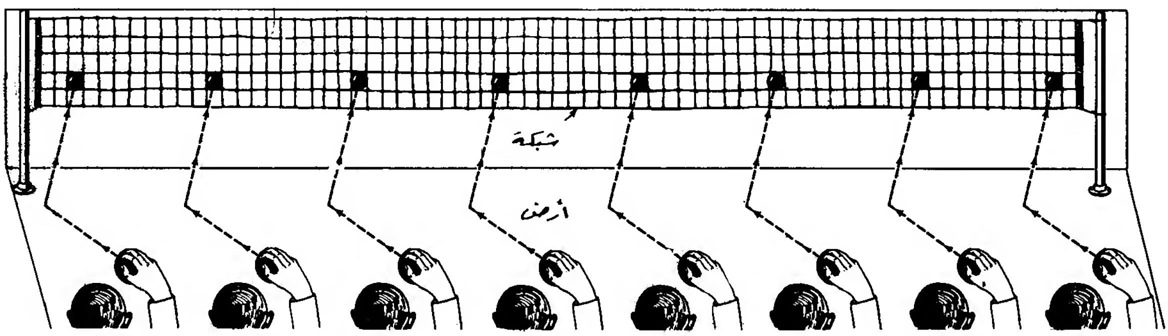
الضوء الأبيض كما عرفنا عبارة عن خليط من ألوان متعددة • لذا عندما يسقط الضوء الأبيض المار فى الهواء مائلا على مادة تختلف كثافتها عن كثافة الهواء كالزجاج أو الماء فانه يتحلل الى ألوان الطيف المختلفة • وقد تشاهد هذا أحيانا عندما تخترق أشعة الشمس حوضا زجاجيا به ماء •

ويتكون الطيف على نطاق كبير فى الطبيعة فتراه فى السماء على شكل قوس قزح • وهنا تكون المنشورات الطبيعية عبارة عن آلاف من قطرات الماء المعلقة فى الهواء على أثر المطر فتقوم كل قطرة بتحليل شعاع أبيض من أشعة الشمس الى طيف صغير ، ولكن زاوية الرؤية التى يرى بها الناظر من سطح الأرض تسمح له برؤية لون واحد فقط من هذه الألوان فى كل حزمة من حزم قطرات الماء التى تسبب ظهور قوس قزح . ونلاحظ فى أعلى جزء من قوس قزح اللون الأحمر ويليه فى الترتيب حزم اللون البرتقالى فالأصفر فالأخضر فالأزرق فالبنفسجى •

ويمكنك أن تكون قوس قزح حقيقيا باستعمال خرطوم المياه فى الحديقة فينتشر الماء فى رشاش دقيق فى الهواء فى أحد الأيام المشمسة بعد الظهر قبل الغروب بفترة قصيرة . لاحظ أن يكون وقوفك فى أثناء ذلك وظهرك جهة الشمس وأن توجه فوهة الخرطوم الى الشرق بزاوية الى أعلى وبحيث يخرج الماء بشكل رشاش رفيع جدا • ويكون قوس قزح أكثر وضوحا اذا روعى وجود سطح معتم (جدار مثلا أو سور من الأشجار) فى مؤخرة الجهة التى يوجه اليها رشاش الماء • وبهذا نكون قد أمكننا احداث قوس قزح بنفس الطريقة التى يحدث بها فى الطبيعة تماما •

لماذا تبدو السماء زرقاء

وقد تبدو السماء حمراء أو برتقالية أو رمادية أو سمراء أيضا • وقبل الاجابة على هذا السؤال لابد أن تعرف أن لون السماء هذا هو تأثير ينتج فقط فى الجزء السفلى من الغلاف الهوائى المحيط بالقشرة الأرضية ، أى فى طبقات الهواء التى لا يتعدى ارتفاعها ٢٠ ـ ٣٠ ميلا فوق سطح الأرض ؛ والسبب فى ذلك هو أن هذه الطبقة السفلى من الجو مشبعة بجزيئات مكونات الهواء (الأوكسجين والنتروجين) وأجسام دقيقة من الأتربة • ان اللون الأزرق الموجود ضمن أشعة الشمس ينعكس ويتشتت فى جميع الاتجاهات بواسطة هذه الجزيئات والأتربة الدقيقة التى تزدحم بها الطبقات السفلى من الغلاف الهوائى الجوى • وينعكس بعض هذه الأشعة الزرقاء الى الأرض وتصل الى عينيك فترى السماء زرقاء •



فى هذا التفسير للانعكاس بواسطة مرآة (انظر الشرح) الشبكة تمثل العين ، والأرض المرآة والكرات الثمان الصورة الأصلية •

وتبـدو الشمس نفسها بلون أصفر وهـو عبارة عن المجموعة المتبقية من ألوان أشعتها ، أى الألوان المتبقية بعد انتزاع اللون الأزرق منها ٠

فكأن لون السـماء الأزرق تتميز به الطبقة السفلى من الغلاف الهوائى فقط ٠ ولهذا تبـدو السماء سوداء دائما لرواد الفضاء الذين يرتفعون لمسافات كبيرة يتعدون فيها هذه الطبقة من الغلاف الهوائى وذلك لخلو الطبقات العليـا من الجسيمات التى تشتت ضوء الشـمس ٠ وعلى سطح القمر الخالى تماما من الجو (لا يحيط به غلاف هوائى) تبـدو السـماء سوداء دائما حتى فى أثناء شروق الشمس ٠

المـــرايا

عرفنا مما سبق أن الأسطح الملساء العاكسة لا ترى ، وأن مصدر الضوء يمكن رؤيته على هذا السطح ، وأن مثل هذه الأسطح هى المرايا . فكيف يمكن رؤية جسم « فى المرآة » ٠

والضـوء ينعكس من الأسطح التى يصطدم بها كالكرة عندما تصطدم بالحائط.واذا القيت بكرة بزاوية نحـو أرض خشـبية ملساء مستوية فان الكرة ترتد منعكسة فى اتجاه مضاد ٠ واذا وقف معك صف من ثمانية أطفال والقى كل منهم بكرة فى يده بنفس الزاوية الى نقطة مختلفـة على خط ممتد على الأرض مواز للخط الذى يقف عليـه الأطفـال فان الكرات ترتد منعكسة فى ثمانية خطوط متوازية ٠ واذا أمكن وضع شبكة فى طريق الكرات المنعكسة فان الشبكة تلتقط الكرات فى خط مطابق تماما للخط الذى يقف عليه الأطفال ٠ ولتطبيق هذا التشبيه على المرآة فان الشبكة تقابل العين التى ترى ، والأرض الملساء المستوية تقابل المرآة ، والكرات الثمانى فى أيدى الأطفال تقابل « الصورة » الأصلية ، فالمرآة تعكس بأمانة الأشعة الضوئية الخارجة من الجسم الى عين الناظر وبهذا ترسم صورة لكل نقطة من نقط الجسم وتتكون فى النهاية صورة مطابقة له تماما ٠

وعادة مانقول ان فلانا ينظر « فى المرآة » ٠ وبديهى أنه مامن شىء يحدث خلف المرآة ولو أننا عندما ننظر الى صورة شمعة موضوعة أمام المرآة فاننا نرى صورتها كما لو كانت تقع خلف المرآة وعلى بعد يساوى بعد الشمعة عنها حيث نتصور أن هنـــاك صـورة قد تكونت للجسم الأصلى ٠ وبالرغم من أننا نقول ان الصورة تتكون فى المرآة الا أن الحقيقة هى أن الصور تتكون فى أعيننا من الأشعة التى تنعكس الينا من المرآة ٠

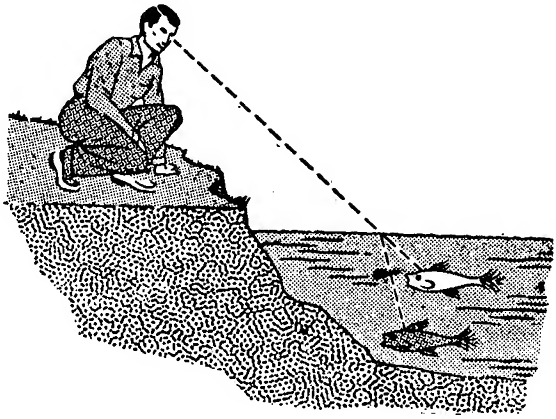
ومعظم المرايا تصـنع من الزجاج الذى طلى سطحه الخلفى بمادة لامعة كالفضة تعكس الضـوء بسهولة ٠ وتصـنع مرايا غير قابلة للكسر من الصلب المصقول ولكنها لا تعكس الضوء جيدا كما تعكسه المرايا الزجاجية ٠

والمرايا المحدبة (التى يتقوس سطحها الى الخارج) تكون للأجسام صورا مصغرة ولذا فانها تستعمل فى السيارات لرؤية المنظر الخلفى ٠

والمرايا المقعرة (التى يتقوس سـطحها الى الداخل) تكون للأجسـام صـورا مكبرة لهـا وتسـتعمل المرايا المقعرة فى صـناعة التلسكوب العاكس لتجميع الضـوء من الأجسام البعيدة مثل ضوء النجوم ، وتركيزه لتسهل رؤيته ٠ فالنجوم تبعد عنا أبعادا كبيرة تجعل من غير الممكن تكبيرها ولكن التلسكوب العاكس يزيد فى قوة وضوحها ملايين المرات ٠ على أن الشمس والقمر والكواكب يمكن أيضا الحصول على صورة مكبرة لها بواسطة هذا التلسكوب المكبر ٠ وتستخدم المرايا المقعرة أيضا فى عاكس كشاف السيارة والأضواء الكشافة ومرايا الحلاقة ٠

إنكسار الضوء

اذا كنت قد حاولت مرة أن تمسك بسمكة فى الماء وفشلت فيجب أن تعلم أن فشلك راجع الى أن السمكة لا تكون فى الواقع فى المكان الذى تشاهدها فيه ٠ فما هو السبب ؟



يتكسر الضوء عندما ينتقل من وسط الى وسط آخر اذا كان الوسطان يختلفان فى الكثافة • وتبدو السمكة للرجل الجالس على الضفة فى مكان السمكة البيضاء بينما هى فى مكان السمكة المظللة •

ان الضوء الذى ينتقل فى خطوط مستقيمة يغير اتجاهه عند انتقاله من وسط الى وسط آخر يختلف عنه فى الكثافة • فكأن السمكة قد خدعتك لأن الأشعة الضوئية المنعكسة منها قد مالت عند خروجها من الماء الى الهواء • ولنفس السبب فانك ترى القلم أو الملعقة التى وضع جزء منها فى كوب ماء كما لو كانت مكسورة • ولنفس السبب أيضا يبدو المجداف الذى انغمس طرفه فى الماء كما لو كان مثنيا • ولهذا يجب أن يوجه صياد السمك سهامه الى نقطة منخفضة عن النقطة التى يرى بها السمكة فعلا حتى يصيبها • وفى كل هذه الأمثلة لا نرى الضوء وقد انثنى ، ولكننا نرى آثار هذا الانثناء •

وتعرف ظاهرة انثناء الضوء عندما يخرج مائلا من وسط الى وسط آخر « بالانكسار » وما نشاهده من تألق النجوم فى السماء ليلا يرجع الى انكسار الأشعة الصادرة منها نتيجة مرورها فى طبقات متتالية من الهواء البارد والهواء الساخن •

وينتج عن انكسار الضوء رؤية الشمس عندما تكون تحت الأفق،فعند شروقها وعند غروبها تمر أشعتها بميل خلال طبقات الهواء الثقيلة القريبة من سطح الأرض ، وبذا تنكسر نحو الأرض ولا تكون فى خط مستقيم بين قرص الشمس وعين الناظر بل تميل الأشعة بشكل مقوس بينهما فتراها العين رغم أنها تكون تحت الأفق • وهذا مما يجعل النهار أطول مما هو فى الواقع •

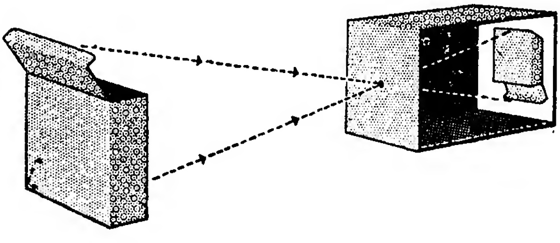
العدسات

ان أولى العدسات التى استعملها الانسان هى عدسة العين . وقد استخدم الانسان العدسات فى أغراض متعددة ؛ فهو يستعملها فى النظارات لاصلاح عيوب العين وفى التلسكوبات التى تتيح لنا الرؤية الى مسافات بعيدة فى الفضاء كما تتيح لنا عدسات الميكرسكوبات فرصة الكشف عن أسرار الأجسام الدقيقة وتساعدنا عدسات آلات التصوير على تسجيل صور الحاضر للمستقبل •

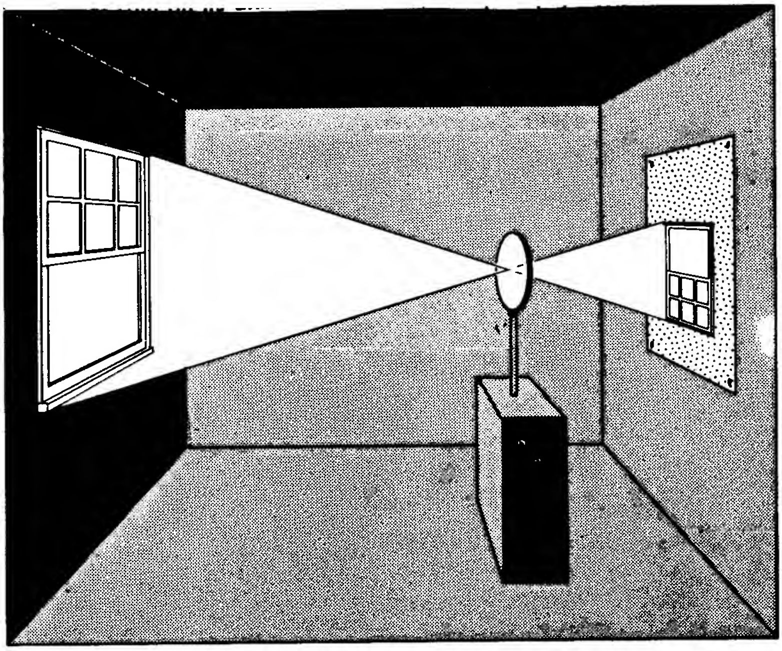
ويقوم عمل العدسة على نظرية الانكسار • وتصنع العدسات لتكسر الضوء حسب الغرض الذى صنع من أجله الجهاز •

وهناك نوعان أساسيّان من العدسات • نوع يزيد سمكه فى الوسط عنه عند الحواف ويسمى بالعدسات المحدبة أو العدسات اللامة • ونوع آخر سمكه عند الوسط أقل منه عند الحواف وتعرف بالعدسات المقعرة أو المفرقة •

تكوين الصور بالعدسات : تعتبر العدسات



آلة التصوير فى أبسط حالاتها صندوق ضوئى له فتحة ضيقة فى ناحية • ويوضح هذا الشكل لماذا تتكون صورة مقلوبة •



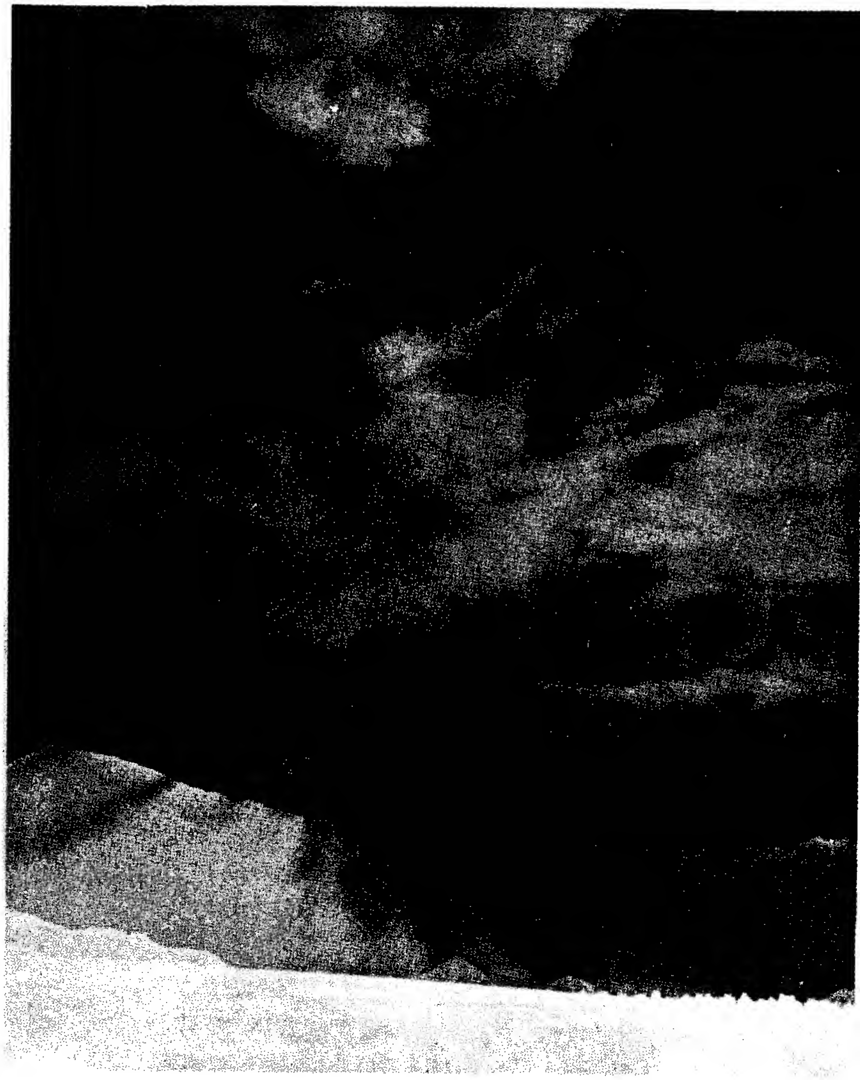
يمكن أن تكون غرفتك آلة تصوير · وكل ماتحتاج اليه عدسة مكبرة · كيف يمكن مقارنة الصورة بالجسم ؟

التى تستخدم فى التكبير نموذجا للعدسات المحدبة ويمكنك القيام بتجربة لمعرفة تأثير هذه العدسات فى الحزم الضوئية · خذ العدسة المحدبة الى غرفة بها نافذة يصل اليها الضوء الخارجى · أقفل شيش النوافذ الأخرى لتظلم الغرفة · قف قريبـــا من الجدار المواجه للنافذة المفتوحة وثبت عليها قطعة من الورق الأبيض . أمسك بالعدسة المكبرة وقربها من قطعة الورق وأبعدها وكرر هذه العملية حتى تشاهد صورة واضحة للنافذة على قطعة الورق · (يمكنك عمل التجربة ليلا باستـعمال مصـــباح مضىء بدلا من النافذة) تأمل الصـــورة جيـــدا ستلاحظ أنها صورة مقلوبة · والعدســـة المحدبة فى هذه التجربة تكسر الضوء وينشأ عن انكساره تكوين صورة مقلوبة مصغرة للنافذة ·

آلة التصوير : اذا استبدلت قطعة الورق فى التجربة الســـابقة بفيلم حســـاس غير مستعمل ثم قمت بتحميض الفيـــلم بالطريقـــة العادية فانك تحصـــل على صـــورة سلبية للنافذة كالتى تحصل عليها من آلة التصـــوير تماما · وبهـــذه الطريقة تكون قد حددت المبدأين الأساسيين اللذين تقـــوم عليهما فكرة آلة التصوير وهما العدسة والفـــيلم الحساس · بل ويمـــكن الاستغناء عن العدســـة باســـتعمال ثقب صـــغير · واذا تأملت الشـــكل فانك تستطيع ادراك السبب فى أن آلة التصوير تكون لنا صورة مقلوبة ·

وآلة التصوير الصندوق العادية هى مجرد صندوق ضوئى محكم به فتحة جانبية عليها عدسة وخلفها باب يغلق ويفتح للسماح للضوء بالدخول للحظة بسيطة (جزء من الثانية) · ويوجد فى الخلف بكرتان يتحرك عليهما الفيلم بحيث يواجه الثقب والعدسة وبحيث تسقط عليه الصورة عند فتح الثقب فتؤثر فى الطبقة الحساسة التى تغطى الفيلم · وبتحميض الفيـــلم يمكن اظهار الصورة وتثبيتها · ولما كان الضوء يرسب حبيبات الفضة من المادة الحساسة التى يغطى بها الفيلم مكونا نقطا سوداء صغيرة عند الأماكن التى تأثرت بالضوء ، لهذا فان الصورة الناتجة تكون سلبية فالأسنان البيض تبدو فيها سوداء ، والشعر الأســـود يبدو عديم اللون تقريبا لأنه يعكس كمية ضئيلة جـــدا من الضـــوء · وعند طبع الصورة يسمح للضـــوء

هذه سلبية المصورة (ص ٥٦٣) لاحظ أن الأجزاء الفاتحة والقاتمة عكس الصورة تماما • وعندما توضع السلبية على الورق الحساس وتعرض للضوء يكون الضوء المار بالأجزاء الفاتحة أجزاء داكنة على الورق • أما الأجزاء الداكنة فى السلبية فهى لا تسمح بمرور الضوء بدرجة كبيرة وتترك الورق الحساس فاتح اللون •



بالمرور خلال السلبية ليؤثر فى ورق الطبع الفوتوغرافى المغطى بطبقة من المركب الفضى الحساس • ولهذا تظهر الصورة الناتجة عكس السلبية ومطابقة للجسم الأصلى •

وفى التجربة المشروحة سابقا ، والتى استعملنا فيها العدسة المكبرة،أمكن ضبط الصورة بتحريك العدسة يمينا ويسارا • أما فى آلة التصوير الصندوق فتضبط الصورة بتحريك آلة التصوير نفسها نحو المنظر المراد تصويره حتى تصبح المسافة بينهما هى المسافة المناسبة ، أما العدسة نفسها فلا تتحرك بالنسبة لآلة التصوير نفسها لهذا السبب ، فان هذا النوع من آلات التصوير (الصندوق) محدود الاستعمال ، ويمكن الحصول على صور ناجحة بها اذا استعملت فى تصوير أجسام تبعد أكثر من ٦ أقدام (من ست أقدام الى أقصى ماتستطيع العين رؤيته) • أما النوع الآخر من آلات التصوير فيمكن فيه تحريك العدسة لضمان الحصول على أوضح صورة ممكنة.

الأفلام المتحركة : ان عملية انتاج الأفلام المتحركة ، رغم مافيها من تعقيد ، تقوم على فكرة بسيطة • ويمكن تمثيل الفكرة بكتاب مصور فيه الصور قريبة من الهوامش الخارجية لصفحاته • فاذا أمسكت بحافة الكتاب بحيث تضع ابهامك عليها وثنيت الصفحات قليلا ثم تركتها تفر واحدة بعد الأخرى بسرعة ثم وصلت السرعة الى حد معين أعطت الرائى الاحساس بالحركة •

والأفلام السينمائية بكل بساطة عبارة عن سلسلة من الصور الثابتة تعرض على الشاشة متتالية بسرعة • وكل صورة فى حد ذاتها ثابتة عند عرضها وتستقبل أعيننا كل صورة من هذه الصور على الشبكية فى مؤخر كرة العين • هذا

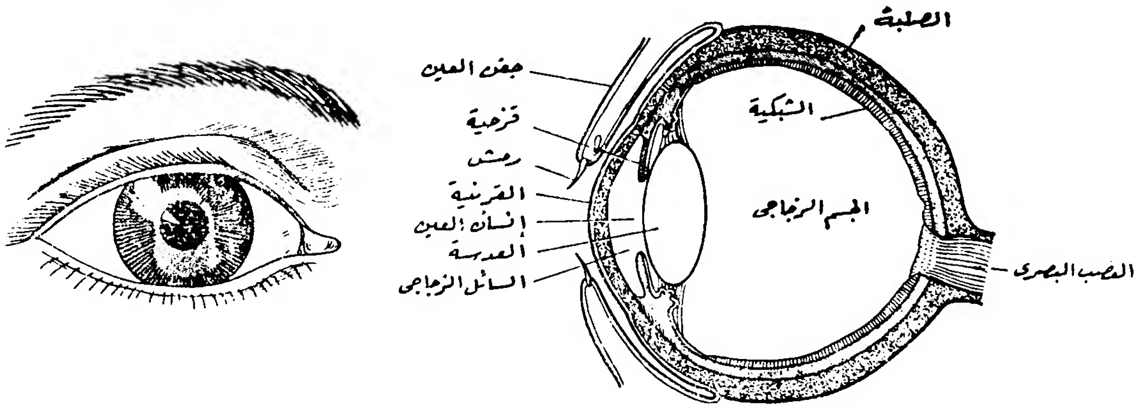
وقد صمم جهاز العرض السينمائى بحيث يسمح للصــورة أن تبقى عـلى الشــاشة مدة $\frac{1}{24}$ من الثانية فقط · ولما كانت شبكة العين تستبقى الصورة التى تسقط عليها مدة ١٥/١ من الثانية بعد اختفائها ، وحيث ان الصــور تتتابع بسرعة ، فان العين تمزج الصــور المتتالية بعضها ببعض وعلى ذلك نحس بها تتحرك ·

العـــين

تشبه العين كثـيرا بآلة التصوير ؛ فالعين صندوق ضوئى محكم ، مبطن بصبغة قاتمة لمنـع انعكاس الضـــوء فى الداخل · ولهـا من الأمام عدسة لضبط الضوء وغشاء حسـاس للضوء فى المؤخرة تتكون عليه صورة المرئى ولها فتحة فى مواجهة العدسة تشبه فتحة آلة التصوير ويمـكن تغيير سعة هذه الفتحة كما فى آلة التصوير للتحكم فى كمية الضوء الداخل الى العين · وللعين غطاء هو الجفون التى قد تحجب الضوء (كما تعمل على حفظ العين وتنظيفها كمســاحات الزجاج الأمـامى فى السيارة) · والواقع أن التشابه الشديد بين العين وآلة التصوير أكبر من أن تبرزه هذه المقارنة · وسنلمس هذا التشابه فيما يلى :

العين الخارجية : انظر الى عينك فى المرآة لتعرف تركيبها الخارجى · وقد تساعدك الاستعانة بالرسم التوضيحى فى هـــذه الدراســـة · ان أول مايسترعى انتباهك هو جزء بسيط من كرة صغيرة يصل قطرها الى حوالى بوصـة واحــدة · ويغلف هذا الجزء من كرة العين غشاء شفاف يحمى مقدمة العين يسمى القرنية ويتصل بالغشاء المبطن للجفون من الداخل · وتعمل الدموع التى تغلف هـــذه الطبقة على تشحيم العين وعلى وقايتها من الأتربة · وتقوم الجفون بفرش هـــذه الطبقة من الدموع مع كل حـركة من حركاتها · وتتخلص العين من الدموع الزائدة عن طريق قناة فى الركن الداخلى لكل عين تفتح فى تجويف الأنف · ويعمل الغسيل المستمر للعين بالدموع على منـع جفافها واحتكاك الجفن بها ، وبالتالى يحول دون التهابها ، كما تحتوى الدموع على مادة اسمها ليزوزيم تبيد البكتريا ·

أما البياض الذى تراه تحت هـــذه الطبقة فهو طبقة « الصلبة » ، وهى عبارة عن نسيج ليفى قوى يحيــط بكرة العين ليكون « صندوق العين » وتصبح هـــذه الطبقة شـفافة فى المقدمة وفوق انسان العين والقزحية ، وتعرف عندئذ بالقرنية · أما انسان العين فهو عبارة عن ثقب يدخل الضوء عن طريقه الى العين وهــو يبدو أسود اللون لأنه فتحــة فى تجويف كرة العين المظلم · وتحيــط



(ا) منظر أمامى للعين ·
(ب) مقطع جانبى للعين · انظر الشرح كيف تقوم العين بوظيفتها ·

القزحية بانسان العين . وهو الجزء الملون من العين وهو عبارة عن عضلة تتحكم فى فتحة انسان العين وتستطيع فهم عمل القزحية اذا جلست لبضع دقائق فى غرفة ضعيفة الاضاءة بدرجة تكاد تسمح لك برؤية انسان عينك وقزحيتها فى مرآة . أضىء الغرفة عندئذ بضوء قوى تلاحظ أن القزحية تتمدد ويضيق انسان العين • وهذا الفعل المنعكس الآلى للقزحية ينظم كمية الضوء الداخل الى العين • وتبدىء الحاجة الى عملية التحكم والتنظيم هذه عندما ندرك أن الضوء الذى تتعرض له العين على شاطىء البحر فى أثناء النهار يبلغ آلاف المرات اضعاف الضوء الذى تتعرض له فى مسرح خافت الاضاءة • وفى الضوء الخافت تكون فتحة انسان العين كبيرة لتسمح بدخول أكبر كمية ممكنة من الضوء . أما فى الضوء القوى فان هذه الفتحة تضيق لتقليل كمية الضوء الداخل • وكذلك فى آلة التصوير يوجد منظم للضوء يضبطه المصور ليسمح بدخول كمية أكبر أو أقل من الضوء من فتحة الآلة •

وتستقر كرة العين فى تجويف عظمى فى الجمجمة وتحركها عضلات متصلة بها من الخارج وتحركها الى أعلى والى أسفل والى اليمين واليسار وفى اتجاهات جانبية •

التركيب الداخلى للعين : سيسهل لك فحص الرسم التوضيحى للعين دراسة التركيب الداخلى لها . فان هذا الشكل عبارة عن قطاع رأسى فى كرة العين الخارجية وهى الجفون والقرنية والقزحية وانسان العين والصلبة • وبالاضافة الى هذه الأجزاء ستجد جزأين لهما أهمية كبيرة وهما « العدسة » و « الشبكية » ثم غرفة أمامية وغرفة داخلية (الجسم الزجاجى) ويملأ الأولى منهما سائل خفيف شفاف والخلفية سائل أثقل شفاف أيضا ويملأ معظم تجويف العين •

تكوين العين للصورة : تعمل عدسة العين كعدسة آلة التصوير تماما : فهى تجمع الضوء وتكسره وتكون صورة • ويتجه الضوء ليكون صورة تامة الوضوح على الشبكية الحساسة للضوء فى مؤخرة العين وكما يحدث فى آلة التصوير أيضا تكون الصورة مقلوبة •

ولا تضبط الصورة المكونة فى العين بتحريك العدسة كما فى آلة التصوير . ولكن عن طريق تغيير شكل العدسة نفسها . فان عدسة العين عبارة عن قرص شفاف محدب من الجانبين يبلغ قطره ثلث بوصة ويقع داخل العين خلف القزحية وتتركب العدسة من مادة مرنة يمكن تغيير شكلها بواسطة عضلات مرتبطة بها • وعندما تكون العدسة رقيقة مفلطحة تكون معدة لاستقبال صور الأجسام البعيدة • وعندما تتكور وتزداد سمكا فهى معدة لاستقبال صور الأجسام القريبة •

وهذه المرونة فى تركيب العدسة تساعد الانسان على رؤية الأجسام المختلفة الأبعاد بوضوح وهى تكون بهذه المرونة فى الصغر ولكن فى حالة الكبر تفقد العدسة بعض مرونتها ويحتاج الأمر الى استعمال النظارات لتعويض هذا النقص •

شبكية العين : هناك تشابه كبير بين شبكية العين الحساسة للضوء وبين الفيلم الفوتوجرافى • وفى شبكية العين يوجد نوعان من الخلايا الحساسة، هى الخلايا العصوية , والخلايا القمعية • والأخيرة حساسة للألوان المختلفة وللضوء القوى . أما الخلايا العصوية فهى حساسة للضوء الخافت وعند تنبيهها فانه يبعث الاحساس بالظلال المختلفة للون الرمادى • ولعلك تتوقع لهذا أن شبكية الحيوانات التى ترى ليلا تتكون من الخلايا العصوية فقط •

وفى الضوء المتوسط الشدة تستجيب الخلايا العصوية والقمعية • وكلما زادت شدة الضوء يقتصر العمل على الخلايا القمعية • ويقابل هذا فى التصوير استعمال المصور لأفلام مختلفة الحساسية، اما سريعة واما بطيئة •

فالخلايا القمعية اذن تستخدم فى الضوء الشديد وتستجيب للألوان المختلفة • ولكن كيف ترى العين الألوان ؟ من المعتقد أن رؤية

الانسان للألوان تعتمد على استجابة ثلاثة أنواع من الخلايا القمعية ، لكل منها حساسية للون معين نوع حساس للضـوء الأحمر ، وآخر للضـوء الأخضر ، وثالث للأزرق البنفسجي . والاحساس باللون هو نتيجة لمجموعة الاستجابات لتنبه هذه الأنواع الثـلاثة من الخلايا القمعية . هـذا فان شبكية عين الانسان لا تشـبه الفيلـم الأبيض والأسود فقط ، ولكنها تحتوى ثلاث مواد كيموية مختلفة حساسة للألوان المختلفة .

كيف يرى المخ : تنتقـل التنبيهـات التى تلتقطها الستـة أو السـبعة الملايين من الخلايا العصوية والقمعية فى الشبكية الى المخ عن طريق الخيوط العصبية . ان هـذه المنبهات عبارة عن منبهات عصبية وليست موجات ضوئية . ويقـوم المخ بتفسيرها تبعا لنـوع الخليـة التى تحملها ، وتبعا لموضع استقبالها فى المخ .

ومايحدث فى المخ بعد ذلك معقـد للغاية . وان مايراه الانسان يتوقف على عدة عوامل . ان بقعة الحبر لها معنى مختلف عند كل شخص . ان الرؤية ليست مجـرد مسألة طبعة الضـوء ، انها ترتبط بوظيفة العقل وبالنفس .

عيوب البصر : آلبرسبيوبيا هو أحد العيوب التى تصـيب الانسان فى دور الكهولة . وهـو عبارة عن صعوبة فى رؤية الأجسام القريبة رغم عدم وجود أى صعوبة فى رؤية الأجسام البعيدة واضحة . وينشأ هذا العيب عن فقد العدسـة لمرونتها ، ولهذا لا تستطيع العدسة أن تزيد من تحدبها وسـمكها لرؤية الكتـابة الدقيقة مثـلا بوضوح ، ولهذا يقتضى الأمر استعمال نظارة ذات عدسات محدبة لتعويض النقص فى تحدب عدسة العين حتى يمكن رؤية الأجسام القريبة بوضوح كاف .

وفى قصر النظر تكون العدسة طبيعية ، الا أن كـرة العين تكون منبعجة من الأمـام والخلف بشـكل غير عادى . ونتيجة لهذا فان الصـورة لا تتكون على الشبكية تماما ، بل أمامها ، وبهذا تكون صورة غير واضحة على الشـبكية . ولعلاج قصر النظر تستخدم نظارات ذات عدسات مقعرة تعمل على تشتيت الضـوء قليلا قبل دخوله العين فتزيد من طول البعد البؤرى لعدسة العين .

أما طـول النظر فمرجعـه انبعاج العين من أعلى الى أسفل بحيث تكون المسافة بين العدسـة والشبكية قصيرة بدرجة لا تسمح بتكوين الصورة واضـحة على الشـبكية ، ويعالج طـول القطر باستخدام عدسـات محدبة لتلافى هـذا العيب وتجميع الأشعة المكونة للصورة على الشبكية تماما .

أما الاسـتجماتيزم ــ وهـو أكثر العيوب انتشارا ــ فمرجعة عدم انتظام تقوس العدسـة أو القرنية . ونتيجته قد يرى الانسـان الخطوط المتوازية الرأسـية أو الأفقيـة غـير واضحة . ويستعمل فى علاجه عدسات خاصـة حسب نوع العيب .

الضوء عبارة عن تموجات

يشـبه الضـوء الصـوت فى نواح متعددة . فكلاهما عبارة عن اشارات تحمل معلومات حـول العالم المحيـط بنا الى حواسنا . وكلاهما ينتقل ولو أن سرعة انتقال الضوء تبلغ مايقرب من مليون مرة قدر سرعة الصوت . وكلاهما كما يبدو عبارة عن تموجات تبـدأ باضطراب ينتشر فى جميـع الاتجاهات من مصدر معين . وفى كليهما يختلف طول الموجة . ففى الصـوت يؤدى اختلاف طول الموجة الى تغيير درجة الصوت ، ويؤدى اختـلاف طول موجة الضوء الى اختلاف اللون .

فاللون اذن فى الضـوء يقابل الدرجـة فى الصـوت . وكما أن لكل نغمة موجة ذات طول معين ، كذلك لكل لون طول موجة معين . ان أقتم لون أحمر مرئى للانسـان يكون طول موجتـه

$\frac{1}{30{,}000}$ من البوصة · وأدكن لون بنفسجي في الطرف الآخر للطيف طول موجته $\frac{1}{6000}$ من البوصة ·

ونحن نذكر أن هناك بعض تموجات الأصوات لا تستطيع الأذن الآدمية ادراكها (الالتراسونيك) ، وهذا يقابل تموجات الضوء التي لا تراها عين الانسان · فهناك بعد اللون البنفسجي توجد الأشعة فوق البنفسجية التي لها موجة أقصر من موجة اللون البنفسجي ولا تراها العين · والأشعة فوق البنفسجية التي توجد في أشعة الشمس ذات أهمية كبيرة للانسان لأنها تساعد على تكوين فيتامين « د » في الكائنات التي تتعرض لها · كذلك تعتبر الأشعة فوق البنفسجية مسئولة عن السمرة التي يكتسبها جلد الانسان أو احتراقه اذا تعرض لضوء الشمس مدة طويلة · وبالرغم من أن هذه الأشعة لا تراها العين فهي تؤثر في الأفلام الحساسة . وبالتالي في الصور المطبوعة منها.

وفي الطرف الآخر للطيف تحت اللون الأحمر توجد الأشعة تحت الحمراء التي توجد في أشعة الشمس أيضا والتي لها أهمية كبيرة لأنها هي الأشعة التي تدفىء الأرض · وجميع الأجسام الدافئة تنبعث منها الأشعة تحت الحمراء · وهذه الأشعة تؤثر في نوع خاص من الأفلام الحساسة .

فيما يلي بعض التعميمات التي يمكن استخلاصها من هذا الفصل :

- ينتقل الضوء في الفضاء بسرعة ١٨٦٫٠٠٠ ميل في الثانية ·
- الضوء يبدو أحيانا أنه ينتقل على شكل أمواج وأحيانا بشكل قذائف من الطاقة.
- تستطيع رؤية الأجسام لأنها تعكس الضوء أو تشع الضوء الذي يصل الى أعيننا ·
- الأجسام المعتمة تمتص الضوء الذي لا تعكسه مما يسقط عليها ·
- يحدد طول الموجة لون الضوء ·
- ضوء الشمس عبارة عن خليط من عدة ألوان ·
- لون الجسم المعتم الذي يغمره ضوء الشمس يحدد بنسبة ألوان ضوء الشمس التي يعكسها هذا الجسم ·
- عندما يمر الضوء الأبيض خلال منشور ثلاثي فانه يتحلل الى ألوان الطيف ·
- تتكون أقواس قوس قزح عندما تحلل قطرات الماء الموجودة في الهواء أشعة الشمس الى ألوانها المختلفة ·
- تتكون الصورة في المرآة نتيجة انعكاس الضوء على السطح العاكس للمرآة ووصوله الى عين الرائي ·
- ينكسر الضوء اذا انتقل من وسط الى وسط آخر يختلف عنه في الكثافة ·
- العدسات تكسر الضوء ·
- العين تشبه آلة التصوير في عدة نواح ·

تجارب يمكنك القيام بها

١ ـ اختبر ضوء الشمس (باستعمال منشورات زجاجية أو حوض أسماك به ماء) بتحليله الى ألوانه الأصلية · حاول تحديد الألوان ·

٢ ـ ابحث في البيئة المحيطة أمثلة لكل من :

انكسار ، انعكاس ، اضاءة مباشرة ، اضاءة غير مباشرة ، ضــوء الصوديوم ، ضــوء الفلورسنت ... الخ .

٣ ـ قم باجـراء تجربة محــكمة لاثبات حاجـة النباتات الى ضوء الشمس .

٤ ـ اختبر استعمالات مقياس الضوء .

٥ ـ ابحث عن بعض الأغراض التى تســتخدم فيها الخلية الكهروضوئية (فى آلة التصوير أو فى حماية البنوك والخزائن من اللصوص ... الخ .

٦ ـ استخدم الضــوء فى عمل « بلوبرنت » أو ورق الرسم الهندسى الأزرق .

٧ ـ افحص آلة تصــوير لترى كيف تتحكم فى الضوء وكيف تستعمله .

٨ ـ افحص فانوسا سحريا لترى كيف يتحــكم فى الضوء ويستخدمه .

٩ ـ افحص بعض الظـلال لترى كيف تتغير فى أشكالها وفى حدتها .



الفصل الثالث والعشرون ـ ب

تدريس « الضوء وكيف نستخدمه »

يشاهد الأطفال الكثير من الظواهر المتصلة بالضوء • فهم يلاحظون الانعكاس ، وقوس قزح ، والألوان ، والظلال ، وغروب الشمس ، وضوء القمر • وهم يستخدمون آلات التصوير والعدسات المكبرة والمرايا • وهم يرسمون ويخلطون الألوان. وطبيعى أن تعترض الأطفال صعوبة فى فهم بعض المدركات ، ولهذا يجب كما سبق أن بينا سلفا أن نترك المفاهيم العالية المستوى للصفوف العليا . ويكفى لتلاميذ المرحلة الابتدائية ملاحظة الظواهر المختلفة ومعرفة مبادىء بسيطة عنها • وحتى أطفال الفرق الأولى من المرحلة الابتدائية يستفيدون قطعا من الاحساس بهذه الظواهر المتصلة بالضوء ومعرفة بعض التفسيرات البسيطة لها •

وفيما يلى بعض الخبرات التى تعتبر نموذجا لما يستطيع المدرس النابه أن يهيئه لتلاميذه من ظروف لملاحظة أشياء كانوا يحسون بها وكيف أمكنه توجيههم للوصول الى نتائج يمكنهم تطبيقها فى الحياة العملية فى مواقف مشابهة :

فى روضة الأطفال قابلتنا مشكلة : « مامصدر تلك الأضواء التى نشاهدها على سقف غرفتنا ؟ » لقد أطلقنا بعض الأسماء على هذه الأضواء مثل « ضوء عمود الأكل » و «الضوء الراقص» ••• الخ وكانت هذه الأضواء ترى خلال فترة بلغت عدة شهور فى أحد الفصول التى يغمرها ضوء الشمس.

وفيما يلى وصف لما حدث :

فى أحد الأيام ، وأنا فى الفصل ، سمعت الأطفال يضحكون • والتفت لأرى احدى التلميذات

وهى تحدث انعكاسا على السقف بواسطة قاعد عمود الأكل الخاص بها ·

فسألتها لماذا لم تستعمل غطاء العمود (وكان مطليا باللون الأحمر) ؟

فقالت : انه لا ينفع . فطلبت منها أن أحاول بنفسى ، وكنت أجلس فى الظل ، وحاولت أن أعكس الضوء على السقف فلم أفلح · فاقترحت على الأطفال أن يجربوا احداث الضوء على السقف باستعمال مواد مختلفة ، فاستعملوا الورق ، والورق المقوى · وقطعة من الخشب ، وفوطة ، ومقصا ، وكراسة ، واناء من الأنومنيوم · وقد أمكن تكوين أضواء على السقف باستعمال المقص والاناء الألومنيوم ، ولكن قاعدة عمود الطعام كانت هى أحسن مايمكن استخدامه فى عمل تلك الأضواء ·

وبمناقشة هذه الملاحظات وصلنا الى نتيجة ؛ وهى أنه للحصول على ضوء على السقف لابد من توافر عاملين : جسم لامع مصقول ، وضوء الشمس ·

وجاء أحد الأطفال يوما يقول : « اننى أعرف ماذا نسمى هذا · انه الانعكاس ! » وعندما وصلنا الى هذه النقطة أحضرت ١٢ ــ ١٥ مرآة وأعطيتها للأطفال وتركتهم يلعبون بها ويكونون على السقف انعكاسات واضحة ·

وفى يوم آخر وجدنا على السقف انعكاسا لامعا بشكل حلقة وأسميناه : « ضوء الكحكة » · ولكن كيف تكون هذا الانعكاس ؟ لابد أنه شىء مصقول فى ضوء الشمس . وأخذ الأطفال يحاولون تفسير هذه المشكلة ومعرفة ماهو ذلك الشىء المصقول · قاموا بفحص كل شىء واقع تحت ضوء الشمس فى الغرفة ورجح أحد الأطفال أنها المقبض المعدنى لباب الغرفة · ولكى نتأكد قمنا بتغطية المقبض فاختفى الانعكاس الحلقى من السقف وعند ازالة الغطاء عاد الانعكاس الى الظهور وقام عدد من الأطفال بتجربة ذلك بأنفسهم عدة مرات ليتأكدوا بأنفسهم ·

وفى يوم آخر ظهرت ٦ أو ٨ كرات مضيئة على السقف فماالذى كونها ؟ لقد كانت تلك أعقد مشكلة قابلتنا · ومرة أخرى قام الأطفال بفحص كل شىء واقع فى ضوء الشمس فى الغرفة وأزلنا كل « الفازات » وأصص الأزهار من على رف المزرعة الصغيرة ، وبقى المشكل بلا حل لعدة أسابيع رغم أنهم كانوا يقومون بمحاولاتهم كلما سنحت الفرصة · ولاحظ الأطفال أنه فى الأيام التى تكثر فيها السحب كانت الكرات المضيئة تنخفض ، وعند ظهور الشمس تعود ثانيا على السقف · وقد لاحظ الأطفال أيضا على سقف الطرقة فى الدور الثانى نفس الكرات الثمانى المضيئة ·

وأخيرا اقترح أحد الأطفال أن يقف على الكرسى وينظر الى الفناء · ولما فعل ذلك اكتشف وجود قطع من الزجاج المكسور على أرض الفناء ، ففكرنا أنها ربما تكون هى التى تسببت فى ظهور الكرات المضيئة على السقف ، ولهذا خرج هذا الطفل الى الفناء والتقط قطع الزجاج المتناثرة · ولدهشتنا اختفت انعكاسات الكرات المضيئة من السقف · فطلبنا منه اعادة قطع الزجاج فأعادها . وصعدنا الى الطابق الثانى ووقف أحد الأطفال على كرسى فوجد أن أحد الأسقف مغطى بقطع صغيرة من الزجاج المكسور ·

وفى يوم آخر رقصت مساحة كبيرة من الضوء على السقف ثم استقرت بشكل بقعة صغيرة مضيئة · وبعد عدد من المحاولات والخطأ اكتشفنا أن الضوء مصدره فنجان ماء على المائدة ، وكان الضوء يتراقص على السقف عندما يهتز الماء ثم

يثبت الضوء عندما يسكن الماء • ويوما آخر عقب مطر شديد رأينا أضواء تتحرك على السقف وبالبحث وجدنا بعض البرك الصغيرة ممتلئة بالماء فى الخارج ، وكان الهواء يحرك الماء فتتراقص انعكاساته على السقف •

بعض المقترحات للمناشط التى تناسب أطفال المرحلة الابتدائية :

١ ـ مشاهدة الظلال لمعرفة كيف تتغير •

٢ ـ النظر من خلال المنشورات الزجاجية لرؤية الألوان •

٣ ـ مشاهدة قوس قزح المتكون بواسطة حوض الأسماك أو رشاش ماء الخرطوم وتعرف الألوان •

٤ ـ استعمال العدسة المكبرة فى فحص عدد كبير من الأجسام •

٥ ـ استعمال مرآة لعكس الضوء •

٦ ـ مشاهدة الانعكاس على مختلف الأسطح •

٧ ـ مزج الألوان ومشاهدة النتائج •

٨ ـ أخذ بعض الصور بآلة التصوير لمعرفة أهمية الضوء فى العملية •

مشاهدة الظلال

يجد الأطفال متعة كبيرة فى مشاهدة الظلال واللعب بها • ويمكن للأطفال استعمال مصباح مكتب ذى عاكس لمساعدتهم على اكتشاف ماالذى يجعل الظلال تتكون ، وماالذى يجعل أطوال الظلال تتغير ؟ ومانوع الأجسام التى تكون ظلالا معتمة ؟ كما أن ملاحظة الظلال فى الخارج فى الأوقات المختلفة من النهار تعطى الأطفال خبرة يتعلمون منها حركة الشمس فى أثناء النهار • ويمكن استعمال قطع من الورق اللف ليحدد الأطفال ظل أحدهم الساعة ٩ صباحا ثم الساعة ١٢ ظهرا ثم الساعة ٣ بعد الظهر ، أو فى مواعيد أخرى كى تظهر العلاقة بين طول الظل وموقع الشمس فى السماء •

إجراء التجارب بالأسطح العاكسة

لمقارنة الأسطح المصقولة بالأسطح الخشنة من حيث عكسها للضوء ، يمكن استعمال مرآة وطلاسة الطباشير لهذا الغرض . ويمكن تغطية نصف سطح المرآة بالطباشير وملاحظة الفرق • ويمكن أيضا مقارنة « فردة » حذاء لامعة بأخرى مغطاة بالتراب أو الطباشير •

اختبار الضوء الصناعى

يمكن للأطفال أن يقوموا بجمع عدد من الصور التى تبين تطور وسائل الاضاءة فى العصور المختلفة • وقد تحتوى هذه المجموعة على صور للشعلة وقنديل الزيت والشمعة • وهنا فرصة مناسبة يستعمل بها التلاميذ مصادرهم الخاصة للحصول على الصور كالمجلات والكتب ودوائر المعارف ومحلات الأدوات الكهربية • وهذه مناسبة أخرى تلتقى فيها دراسة العلوم بدراسة المواد الاجتماعية • ويمكن للأطفال فحص مصباح شفاف ليروا سلك التنجستن وكيف يصنع بشكل ملف مرتكز على دعامة من الزجاج والصلب ويمكن زيادة الدرس تشويقا بعرض قصة صناعة أديسون لأول مصباح كهربى وعرض صورة هذا المصباح • وقد يكلف بعض الأطفال بكتابة هذه القصة • ويحسن تشجيع الأطفال على بحث أنواع الاضاءة الصناعية فى البيئة وخصائص كل منها واستعمالاتها فى المنازل والشوارع والمدارس ، ومن أمثلتها بطاريات

الجيب (الكشاف) ، وأضواء المرور ، وكشافات السيارات ، ومصابيح الشوارع ، ومصابيح الفلورسنت ... الخ .

دراسة خواص الضوء

يقوم الأطفال بالبحث فى المدرسة عن أجسام من الأنواع الآتية :

١ ـ أجسام يمر خلالها الضوء كله أو معظمه (أجسام شفافة) .

٢ ـ أجسام تسمح بمرور بعض الضوء وتحجب البعض الآخر (نصف شفافة) .

٣ ـ أجسام لا تسمح بمرور الضوء (معتمة) .

٤ ـ أجسام عاكسة للضوء أو لمعظمه . ويناقش الأطفال أهمية كل نوع من هذه الأنواع .

يمكن للأطفال فحص المرايا ليعرفوا مايمكن تعلمه عن طريق رؤية صورهم فيها . ويمكنهم استخدامها فى عكس الحزم الضوئية . واذا قاموا ببعض التجارب يمكنهم ادراك العلاقة بين اتجاه الشعاع الساقط على المرآة والشعاع المنعكس منها. ويمكن أن يناقش الأطفال استعمالات المرايا فى واجهات المحلات التجارية ، وفى السيارات ، وفى محلات الحلاقة ، وعند طبيب الأسنان ، ثم يقومون بكتابة تقارير عن هذه الاستعمالات وأشكال المرايا وأسباب وضعها فى مكانها بالذات فى كل استعمال . كذلك يمكنهم ملاحظة كيف ينعكس الضوء من الأسطح المختلفة ، من الجدران الفاتحة اللون ، والجدران القاتمة اللون .

طريقة عمل بيريسكوب

من السهل عمل بيريسكوب محلى فى المدرسة يستخدمه الأطفال فى الرؤية من وراء الجدران أو من النوافذ التى لها حافة مرتفعة . ويحتاج الأمر الى قطعتين من المرايا وأربع قطع من الخشب الرقيق أو الكرتون طولها من ٣٠ ـ ٣٥ سم وعرضها مابين ٨ و ١٠ سم لعمل متوازى مستطيلات . ويجب تثبيت المرايا على زاوية ٤٥° بحيث توازى كل منهما الأخرى (انظر الشكل ص ٥٨١) .

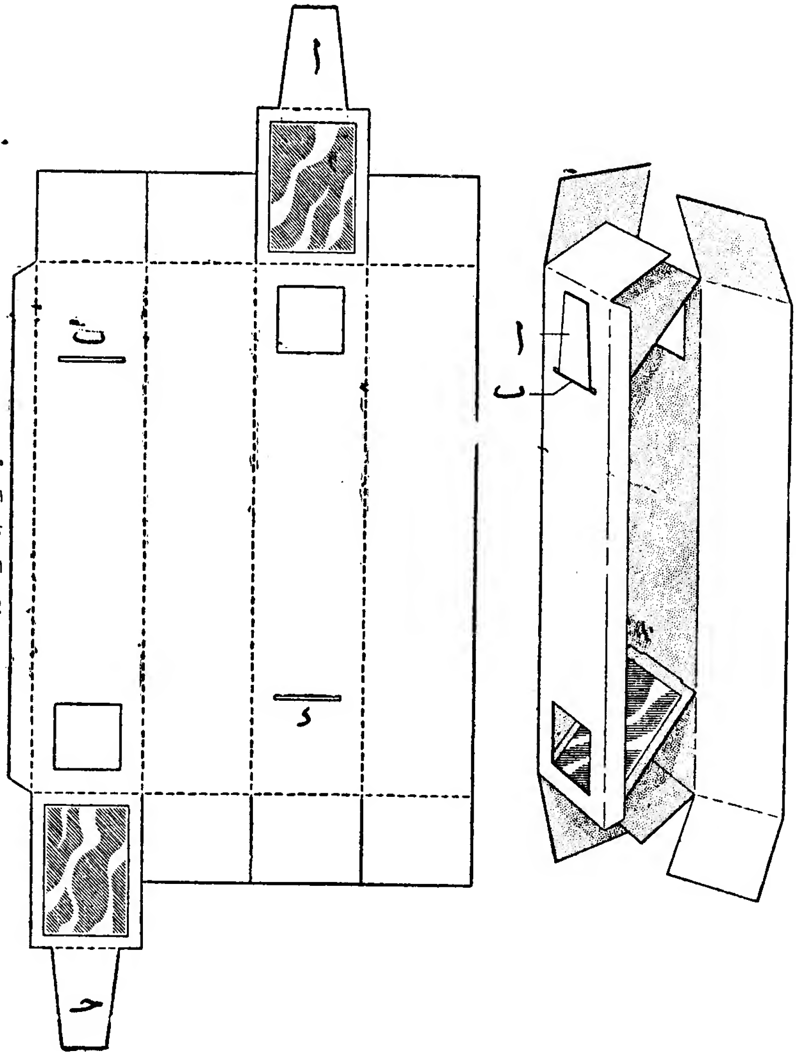
وتأتى الأشعة من الجسم لتقابل المرآة العليا وتنعكس الى المرآة السفلى . فاذا نظرت الى المرآة السفلى خلال الثقب المواجه لها تستطيع رؤية صورة الجسم المواجه للمرآة العليا .

ويمكن استعمال شريط لاصق لتثبيت المرآة . ويمكن تثبيت جدران الصندوق الخشبى بالمسامير أو الغراء أو بالشريط اللاصق . ويمكن تكليف بعض الأطفال بعمل البيريسكوب وعرضه على زملائهم .

استعمال العدسات

بالرغم من أن تفاصيل كيفية تكبير العدسات للمرئيات قد تكون أعلى من مستوى أطفال المرحلة الابتدائية الا أنهم يستطيعون ملاحظة أن سمك العدسة ومقدار تحدبها له تأثير فى اتجاه الضوء المار خلالها . ويمكن استخدام عدسات التكبير والكشافات ونظارات الأطفال فى الفصل لدراسة عمل العدسات . ويجب تنبيه الأطفال الى عدم لبس نظارات غيرهم ولكن يكتفى بمجرد فحصها لمعرفة كيف تبين الأجسام خلفها .

ويمكن استخدام العدسة المكبرة مع أشعة الشمس لبيان امكان تركيز الضوء بدرجة يمكن بها احراق الورقة . ويجب الاحتياط فى هذه الحالات من الحريق ، فلقد يؤدى الاهمال الى أن يحرق الأطفال أنفسهم أو غيرهم اذا أساءوا استخدام العدسات . ومن السهل أن يرى الأطفال أن تحريك العدسة الى الأمام والخلف يساعدهم على الحصول على البؤرة . ويجب تنبيه الأطفال الى خطورة النظر الى قرص الشمس خلال العدسة



هذا النموذج لمنظار الغواصة يمكن صنعه من ورق مقوى • ويدخل اللسان أ ، ج فى الفتحات ب ، د ، ولكن قبل اللصق لابد أن تتأكد من أن المرايا فى أماكنها وزواياها الصحيحة • ويمكن التثبت من ذلك قبل اللصق بتجربة المنظار •

وتحاشى تصويب أشعة الشمس على أعين غيرهم من الأطفال •

ويمكن فى أثناء دراسة العدسات دعوة طبيب العيون أو الممرضة لمناقشة الأطفال فى كيفية الرؤية بواسطة العين وكيف تفحص العين باستعمال لوحة العلامات الخاصة واعطاؤهم فكرة بسيطة عن أثر استعمال القطرة فى العين ، وطريقة قياس العين لمعرفة العدسات المناسبة لها عند عمل « نظارة » • وحبذا لو ساعد الطبيب أو الممرضة الأطفال على عمل قائمة بالتعليمات اللازمة للعناية بالعين ووقايتها ومناقشة الوسائل التى يمكن اتباعها فى الفصل لتحسين الاضاءة •

ويجب أن يعطى الأطفال الفرصة لاختبار عدسات بعض الأجهزة الضوئية ، مثل الفانوس السحرى أو آلة العرض السينمائى لمجرد معرفة الشكل والموضع والحجم •

فحص آلة التصوير

غالبا مايوجد بين تلاميذ أى فصل من فصول السنوات النهائية فى المرحلة الابتدائية تلميذ عنده آلة تصوير ويعرف كيف يستخدمها • ويمكن

دعوة أحد هؤلاء التلاميذ للتحدث الى الفصل عنها. ويحسن أن يحضر معه آلة التصوير ويشرح للأطفال طريقة تشغيلها • ويمكن أن يثبت فيها فيلما ويأخذ صورة لتلاميذ الفصل • وفى بعض الأحوال يستطيع التلميذ شرح طريقة تحميض الفيلم وقد يحتاج الأمر الى الاستعانة بشخص راشد للمساعدة فى شرح هذه النقطة • واذا لم يتيسر وجود تلميذ لديه هذه الخبرة بالتصوير فلابد من وجود ولى أمر أو مدرس عنده هواية التصوير ويستطيع شرح آلة التصوير للتلاميذ وتصويرهم وشرح طريقة التحميض بطريقة مبسطة • ويكفى أن يعرف الأطفال مكان دخول الضوء فى الآلة ، وأين تقع العدسة ، وكيف تنطبع الصورة على الفيلم • ويمكن اختبار مقياس الضوء وملاحظة تأثير الظروف المختلفة للاضاءة على المقياس •

عمل البلوبرنت (ورق الطبع الهندسى الأزرق)

باستعمال هذا النوع من الورق يستطيع الأطفال ادراك التأثير الكيموى للضوء فى الورق الحساس • ويمكن شراء هذا النوع من الورق من محلات التصوير أو المكتبات • ويمكن استعمال قطع صغيرة من الزجاج لتثبيت الورق فى مكانه عند طبع الرسوم • ولعمل صورة لورقة شجر توضع ورقة الشجر على ورق الطبع الأزرق وتغطى بقطعة من الزجاج ثم تعرض لضوء الشمس بضع ثوان • بعد ذلك يغسل الورق بالماء • فنجد أن مكان ورقة الشجر أبيض وبقية الورقة أزرق • ويغطى هذا النوع من الورق مادة كيموية حساسة للضوء تذوب فى الماء • ويتغير لون هذه المادة فى الأماكن التى تأثرت بالضوء ، والمادة الجديدة الناتجة ذات لون أزرق ، ولا تذوب فى الماء • ولذا يتكون هذا اللون فى الأماكن التى وصلت اليها أشعة الشمس ، أما المناطق الواقعة تحت ورقة الشجر فلا تتأثر • وعند غسل الورقة بالماء تذوب المادة الحساسة فيه •

فحص وتحسين أحوال الإضاءة

يمكن للأطفال جمع معلومات عن شروط الاضاءة الصحية • ويمكن دعوة أحد أولياء الأمور أو الاخصائيين فى هذه الناحية ليشرح للتلاميذ توزيع الاضاءة الجيدة وشروطها • وقد يكون معه مقياس ضوئى ليعطى للأطفال فكرة عن مقياس قوة الضوء ويقوم باختيار قوة الاضاءة فى الفصل فاذا كانت غير كافية فيمكن مناقشة وسائل تحسينها والخطوات اللازم اتخاذها لتحقيق هذا الغرض • ويمكن تشجيع الأطفال على مناقشة الاضاءة فى المنزل مع أولياء أمورهم • ولا شك أن فى هذه المناقشات العملية اكساب خبرة للتلاميذ • وقد يترتب عليها تحسين الاضاءة فى المنزل والمدرسة.

ولابد أن يراعى المدرس ويتحمل مسئولية توفير الاضاءة الصحيحة فى المدرسة • ومن النادر أن يثير التلاميذ مثل هذه الموضوعات ، بل يجب أن يحثوا على مناقشتها • وكثيرا ماتوجد عيوب فى اضاءة الكثير من الفصول فى مدارسنا وكثيرا ماتغيب هذه المسألة عن أذهان المشرفين على هذه المدارس • ويجب تنبيه هؤلاء المشرفين الى أهمية مسألة الاضاءة والعمل على توفيرها وتحسين الموجود منها بما يضمن سلامة أعين التلاميذ ويجب أن يتحمل المدرسون مسئولية الاضاءة فى الفصل وحجرات الدراسة الأخرى •

وكثيرا ماتعكس السبورات القديمة الضوء بشكل يؤذى أعين الأطفال وحبذا لو أمكن استعمال السبورات الحديثة الخضراء والطباشير الأصفر • ويحسن أن يكتب المدرس على السبورة بالخط الكبير الواضح حتى لا تجهد أعين الأطفال •

دراسة العين

يجب تشجيع الأطفال على فحص أعينهم فى مرآة ، أو أعين زملائهم لملاحظة انسان العين والجفون والحواجب التى تحمى العين • وقد يتحسسون أعينهم من فوق الجفون لادراك استدارتها • ويمكن أن يدخل بعض الأطفال رؤوسهم فى أحد الدواليب المظلمة ثم يسمحوا لبقية الأطفال أن يفحصوا انسان عيونهم ويمكن تغمية عيون بعضهم ليروا كيف تكون الحياة بدون بصر •

مصادر لبحثها

١ ـ محل بيع النظارات للحصول على بعض العدسات غير المستعملة لعمل بعض التجارب عليها •

٢ ـ محطة توليد كهربا أو أحد المعاهد لمعرفة كيفية قياس شدة الاضاءة.وأنواعها وكمية الاضاءة اللازمة للأنواع المختلفة من الأعمال (قراءة كتابة أشغال ابرة ••• الخ) •

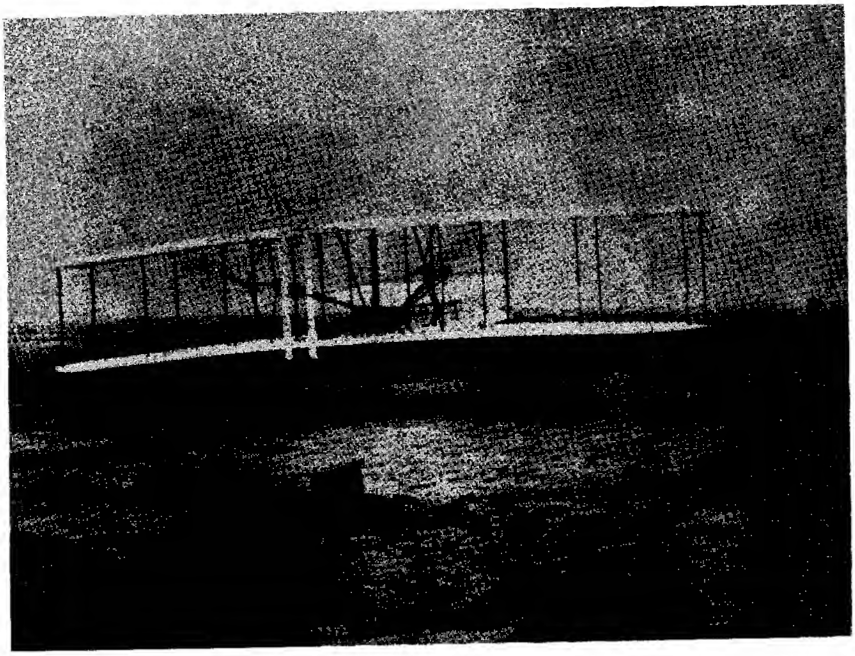
٣ ـ محل بيع الأدوات الكهربية والمنزلية لمشاهدة أنواع المصابيح والنجف والثريات ومشاهدة تطبيقات النظريات العلمية التى درسوها •

٤ ـ زيارة مبنى المدرسة أو المبانى العامة القريبة لمشاهدة طريقة اضاءتها واستعمال مقياس الاضاءة لمعرفة شدة الاضاءة فى الغرف المختلفة •

٥ ـ منازل التلاميذ لمشاهدة أنواع الاضاءة الصناعية المستعملة ونوع الاضاءة المستخدم للأغراض المختلفة •

٦ ـ معهد البصريات ان تيسر •

٧ ـ شركات الكهربا •



الفصل الرابع والعشرون - أ

الطيران

في السابع عشر من ديسمبر سنة ١٩٠٣ قام الأخوان ويلبر وأورفيل رايت بتحقيق حلم قديم ظل يراود الانسان طويلا ، فعلى رمال صحراء مدينة كيتى هوك فى ولاية نورث كارولينا الأمريكية قاما بعمل طائرة بدائية من الخشب والقماش والأسلاك وجنزير دراجة وزوداها بمحرك بسيط قوة ١٢ حصانا واستطاعا الارتفاع لمدة ١٢ ثانية طارت فيها ١٢٠ قدما . وكانت هذه أول محاولة للطيران بطائرات أثقل من الهواء ؛ فقد كانت المرة الأولى فى التاريخ التى يستطيع الانسان أن يرتفع بآلة تحمله بقوتها الذاتية وترتفع فى الهواء ، ثم تطير بدون نقصان فى سرعتها ، ثم تهبط عند نقطة يبلغ ارتفاعها نفس ارتفاع النقطة التى قامت عندها .

منذ قرون عدة والانسان يحلم بأن يطير كالطيور ، ويقال ان الاسكندر الأكبر قد صنع آلة طائرة ، بأن ربط نسرين قويين فى محفة ركب فيها ، وكان يوجههما بواسطة حربة فى نهايتها قطعة كبيرة من اللحم .

وفى القرن الخامس عشر تمت عدة محاولات بواسطة ليوناردو دافينشى المثال ، وقد كان ميكانيكيا ومخترعا وكرس جهوده وعبقريته لمشكلة الطيران . وقام بدراسة الطيور فى أثناء طيرانها ، وصمم عدة آلات لتحريك أجنحة يبنيها الانسان على جسمه لتحمله فيطير . وقد اقترح استخدام الأجنحة التى تدور ، وبهذا كان أول من توقع فكرة طائرة الهليوكوبتر ، ويعزى الى ليوناردو أيضا الفضل فى اختراع المروحة التى تشق الهواء كالمسمار المحوى ، وبهذا مهد الطريق لاختراع المحرك الحديث .

وكان ليوناردو أول من توصل الى معرفة مايتطلبه بقاء الانسان طائرا فى الجو . وبدراسته للطيور وجد أن هناك علاقة بين طول الجناح ووزن الجسم . وعلى هذا الأساس قدر أن طول الأجنحة التى تلزم لرفعه وحمله فى الجو يجب ألا تقل عن ١٢ قدما ، وكان ليوناردو فى ذلك واقعيا أكثر ممن قاموا بمحاولاتهم بعده .

وعلى كل فليس هناك دليل قاطع على أن ليوناردو قد نجح فى بناء طائرة أو أن نظرياته قد

ساعدت على تطور الطيران . والواقع أن أعمال ليوناردو لم تطبع حتى عام ١٩٣٠ ، أما العالم الذى كان لنظرياته فعلا أثر على تطور الطيران فهو سير جورج جايلى الانجليزى ، ففى سنة ١٨٠٩ وضع نظرياته النافعة عن الطيران فقال ان الطيران يمكن أن يتحقق اذا استطعنا أن نجعل مسطحا يحمل ثقل الطائرة باستخدام مقاومة الهواء ، وبهذا كان جايلى يقدر فى رأيه :

١ – السطح الذى يحمل الثقل (الاجنحة فى الطائرة الحديثة) •

٢ – القوة والموتور والمحرك الذى يجذب الأجنحة لتشق الهواء •

٣ – الهواء نفسه (مقاومة الهواء هى التى ترفع الطائرة وتقاوم جاذبية الأرض كما سنرى)•

وبهذا يكون جايلى قد وضع نظرية الجناح الثابت بدلا من فكرة الجناح المتحرك الذى فكر فيه من سبقه من هواة الطيران • وقد قام جايلى بعدد من التجارب والمحاولات لاختبار صحة نظرياته •

وقد كان لتجارب جايلى أثر كبير فى تطور الطيران ؛ فقد ساعدت تجاربه عن الطيران بواسطة الطائرات الشراعية عديمة المحركات على تحسين تصميم وشكل الطائرات ، وقد كان العالم أوتوليلينتال من الرواد الأوائل فى تصميم الطائرات الشراعية التى تحمل الانسان ، وقد ابتكر الجناح المقوس ، وفى كتابه « فن الطيران القائم على طيران الطيور » ذكر أن « فى شكل الجناح المقوس تكمن جميع الاحتمالات المتعلقة بأسرار فن الطيران » •

وقد قام ليلينتال بعمل ألفى محاولة طيران شراعى ناجحة ، ونجح فى بعضها فى قطع مسافة ٢٠٠ – ٣٠٠ ياردة بواسطة آلاته المنزلقة •

ولنا عودة الى الطائرات ثانيا لندرس كيفية طيرانها . أما الآن فسننتقل الى نوع مختلف تمام الاختلاف عن الطيران وهو البالونات •

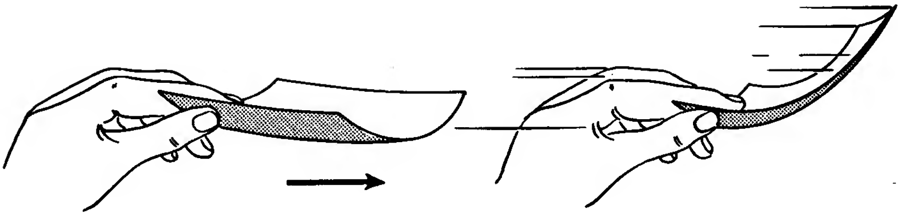
البالونات

فى يونية سنة ١٧٨٣ قام الأخوان الفرنسيان : اتيينه وجوزيف مونتجولفير ، ببناء بالون طارا فيه مسافة ميل على ارتفاع ١٠٠٠ قدم وكان البالون الذى استعملاه عبارة عن كيس كبير من الورق المبطن بالتيل ويملأ البالون بالهواء الساخن ، ولما كان الهواء الساخن أخف من الهواء البارد فان البالون يصبح لديه القوة الكافية لحمل السلة المتعلقة به والرجلان داخلها •

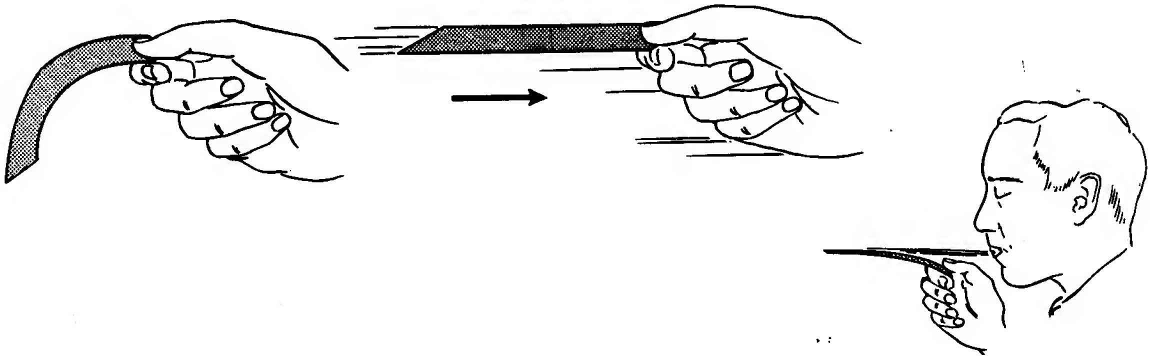
وبهذا بدأ الأخوان مونتجولفير عددا من محاولات الطيران بالبالونات وكانت البالونات منظرا مألوفا فى المعارض الريفية ، فكانت حقيبة البالون المثبتة فى أوتاد على الأرض وتحتها نيران الخشب تظل مشتعلة حتى تمتلىء الحقيبة بالهواء الساخن ، وعندئذ يأخذ الطيار مكانه فى السلة المتصلة ببراشوت ، وهذه بدورها معلقة فى البالون ، وما ان تفك قيود البالون حتى ينطلق فى السماء محدثا صوتا عاليا ، وينطلق البالون مرتفعا فى الهواء الى أقصى مسافة ممكنة • وعندئذ يجذب الطيار حبلا يفصل البراشوت من البالون فيأخذ فى الهبوط تدريجيا ، ويبدأ البالون فى الهبوط بعد أن يبرد مابه من هواء ثم ينطلق مع الريح حتى يسقط فى حقل أو مرعى حيث يستعيده صاحبه •

وبعد ذلك استخدم الأيدروجين – وهو أخف الغازات – فى ملء البالونات بدلا من الهواء الساخن ، وفى احدى المحاولات للطيران العالى سنة ١٨٦٢ تمكن جوكسويل وجليشر من الارتفاع مسافة ٧ أميال فى الهواء •

ولكن هذه البالونات الحرة لم تكن فى يوم من الأيام ذات قيمة عملية كوسيلة من وسائل المواصلات بالرغم من التجارب المثيرة ، وبالرغم من المعلومات التى أمكن الحصول عليها نتيجة لها عن الجو • وقد نجح أحد رجال البالونات فى البقاء فى الجو تتقاذفه التيارات الهوائية مسافة ٢٠٠٠ ميل من باريس الى موسكو ، ولكن لما أضيف جهاز



عندما يعرض مسطح مائل لهواء متحرك فانه يدفعه . ويوضح الشرح كيف يؤدى ذلك الى رفع الطائرة .



(أثر الفراغ) انخفض الضغط على السطح العلوى . كيف يساعد ذلك على رفع الطائرة ؟

التوجيه وآلة احتراق داخلى ومحرك لتوفير القوة المحركة تطورت سفينة الهواء (الأخف من الهواء) ، ووصل هذا النوع من السفن الى درجة كبيرة من التطور ظهرت بوضوح فى المناطيد الضخمة التى صنعها كونت فرديناند فون زبلن .وكان باستطاعة هذه السفن أن تحمل شحنات ثقيلة من البضائع والركاب .

وللآن تستخدم السفن الأخف من الهواء فى الأغراض الحربية ، وفى الاعلانات . أما فيما عدا هذا فهى لا تستخدم مطلقا ؛ فالتطورات الجبارة فى الطائرات الأثقل من الهواء المزودة بالقوة الكافية لحمل أكثر من ٣٠٠ راكب أو ٣٥ طنا من البضائع قد أبطلت تماما استعمال البالونات الموجهة لأى غرض آخر .

ما الذى يجعل للطائرة تطير

الهواء مادة حقيقية تماما كالماء السائل والأرض الصلبة . فالباراشوت يهبط ببطء فى الهواء لأن سطحه الداخلى يقابل أثناء هبوطه جزيئات الهواء فيقاومها ويدفعها ، وتقوم جزيئات الهواء المتجمعة تحته بدورها بدفع الباراشوت فتبطىء من سرعة هبوطه الى الأرض ، ولكن اذا حدث ولم يفتح الباراشوت فانه يسقط بسرعة الى الأرض .

ظاهرة « الطيارة الورق » : ولأن الهواء عبارة عن مادة فان له مقاومة للمرور الأجسام خلاله. ولأول وهلة قد يبدو ذلك عقبة فى سبيل الطيران الأفقى ، ولكن تجربة بسيطة قد أثبتت أن هذه المقاومة لها فائدة أيضا ، أمسك بيدك نهاية قطعة من الورق حوالى ٢٣ × ٣٠ سم بحيث يكون السبابة فوقها ويسندها من أسفل الابهام والأوسط . أمسك الورقة لتكون فى وضع أفقى وبحيث تكون مقوسة قليلا حتى لا تنثنى ، ثم

أملها بزاوية بسيطة حتى يكون طرفها الآخر أعلى قليلا من الطرف الذى تمسك به · ادفع الورقة الى الأمام مباشرة فستجد أن طرفها الآخر يرتفع فى الهواء · لماذا ؟

لما دفع الطرف الآخر ضد جزيئات الهواء تجمعت تلك الجزيئات · وهذه الجزيئات المجمعة تحدث بدورها رد فعل وتدفع شريط الورقة ، ويؤثر جزء من هذا الدفع فى الورقة ، ويقلل من سرعة اندفاعها للأمام · ولكن لما كانت جزيئات الهواء تصطدم بالورقة فى جميع الجهات فان جزءا من المقاومة يدفع الورقة لأعلى فيثنى طرفها الأعلى ، وبقليل من التدريب نستطيع أن ندفع الورقة ونتركها فتندفع الورقة بأكملها الى أعلى مقاومة جاذبية الأرض ·

ان قطعة الورق التى استخدمتها فى هذه التجربة لها بعض خصائص جناح الطائرة · انك استخدمتها بطريقة تحقق نظريات جايلى الخاصة بالطائرات الأثقل من الهواء واستعملت القوة (دفعة اليد) لمقاومة الهواء ، وبهذه الطريقة قد نجحت فى تحقيق الارتفاع ·

وقد وجدت أن السطح المثنى عندما يدفع ضد الهواء يدفعه الهواء ثانيا فيبطىء من سرعته بعض الشىء ، وفى نفس الوقت يرفعه الى أعلى ، ولنفس السبب ترتفع الطيارة الورق التى يلعب بها الأطفال فيما عدا انه فى هذه الحالة بدلا من أن يتحرك السطح ضد الهواء فان الهواء (الريح) هو الذى يتحرك ضد السطح فيرفعه ·

أثر التفريغ : والآن الق بنظرة على الطائرة الحقيقية ؛ أى على السطح المقوس الذى يشق الهواء · وستجد هذا السطح فى الأجنحة المثبتة بزاوية تجعل الحافة الأمامية أعلى من الحافة الخلفية· وتلاحظ أن السطح السفلى للجناح يكون مستويا ، أما السطح العلوى فمقوس ، لماذا ؟ لكى نجيب عن هذا السؤال يلزم القيام بتجربة أخرى على شريط من الورق طوله ١٥ سم وعرضه ٥ سم · أمسك شريط الورق بين الابهام والسبابة بحيث تكون الابهام على سطحه العلوى وبحيث تميل الورقة الى الخلف وتصبح مشابهة لجناح الطائرة · والآن اجذب الورقة بسرعة ، تلاحظ ارتفاع طرفها الحر كما حدث فى التجربة الأولى ، وربما تعترض ــ ولك الحق ــ فتقول ان السطح السفلى يلقى دفعا الى أعلى كالتجربة الأولى بفعل الهواء السفلى ، وهذا صحيح ، ولكنه جانب واحد من الحقيقة · ولكى تدرك حقيقة الدور الذى يلعبه السطح العلوى قرب يدك وفيها الورقة بنفس الوضع السابق شرحه الى شفتيك وانفخ دافعا تيارا من الهواء فوق السطح العلوى فقط ستشاهد أن الورقة ارتفعت الى أعلى ثانيا · لماذا ؟

لعلك تذكر أن الهواء عبارة عن مادة تتركب من جزيئات فى حركة مستمرة ، وأن حركة هذه الجزيئات لا تنقطع حتى عندما يكون الهواء نفسه ساكنا ، فهى تتغير فى جميع الجهات ، ولذا فان لها ضغطا فى جميع الجهات يقدر بخمسة عشر رطلا على كل بوصة مربعة من اى سطح يتعرض للهواء عند مستوى سطح البحر · وعلى هذا عندما تكون الطائرة مستقرة على الأرض فى يوم عديم الريح فان الضغط الواقع على السطح العلوى للجناح يعادل تماما الضغط من أسفل الى أعلى ، ويكون أثر الضغط نتيجة لذلك صفرا ، ولكن عندما يبدأ الجناح فى التحرك الى الأمام مخترقا الهواء يحدث شىء عجيب · فالهواء الذى فوق السطح العلوى المقوس للجناح عليه أن يقطع مسافة أطول وأن يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الهواء المار تحت السطح السفلى المستوى للجناح · وبسبب اندفاع الهواء العلوى بسرعة أكبر فانه يستخدم فى ذلك جزءا من طاقته تفقده جزءا من ضغطه أكثر مما يحدث للهواء الذى أسفل الجناح · ولهذا يصبح الضغط على السطح العلوى أقل من ضغط الهواء على السطح السفلى محدثا تفريغا جزئيا · ولهذا فان الضغط السفلى الأكبر من الضغط العلوى

يدفع الجناح والطائرة الى أعلى مقاوما الجاذبية الأرضية ·

والخلاصة أن هناك عاملين هما اللذان يرفعان الجناح المتحرك :

١ – تأثير الهواء الذى يدفع السطح السفلى (كما فى الطيارة الورق) ·

٢ – نقص الضغط الواقع على السطح العلوى للجناح (تأثير التفريغ) ·

والعامل الثانى له تأثير أكبر فى دفع الطائرة فهو المسئول عن حوالى ٨٠٪ من القوة الدافعة لأعلى ·

عمل المحرك : فى التجارب التى أجريتها استخدمت قوة عضلاتك ، أما فى الطائرة فان القوة اللازمة تستمدها من المحرك وتنتقل هذه القوة الى المروحة (أو البريمة الهوائية) وهى مثل ريش المروحة فعلا ملتوية بزاوية تدفع الهواء الذى تشقه الى الخلف ويقاوم الهواء هذه الحركة فيدفع الريش الى الأمام ، ولما كانت المراوح مثبتة فى الطائرة فان الطائرة تندفع الى الأمام بسرعة كافية لرفع الطائرة الى أعلى ولا شك أن فاعلية أسلحة المروحة تعتمد على تقوس أسطح أسلحتها بشكل يجعل ضغط الهواء أمامها أقل منه خلفها ، وواضح من هذا الوصف أن المروحة تشبه الجناح فى أنها تستمد قوتها الدافعة من تأثيرها فى الهواء ·

وعلى عكس مايتصور البعض فان وظيفة المروحة ليست عملية دفع تيار من الهواء على الأجنحة ، وعادة تثبت المراوح بحيث لا يتعارض التيار الهوائى الذى تحدثه مع تيار الهواء المار فوق الأجنحة · فوظيفة المروحة هى جذب الطائرة الى الأمام حتى يتكون تيار هوائى فوق الأجنحة ·

وعندما تجرى الطائرة على الممر الهوائى على أرض المطار تقوم المراوح بجذبها على سطح الأرض بسرعة تأخذ فى الازدياد حتى يعمل الهواء ويصبح الضغط الواقع على الجناح من أسفل الى أعلى كافيا لرفع الطائرة فى الهواء ·

كيف يمكن التحكم فى الطائرة

قبل أن يتوصل الانسان الى تحقيق الطيران بواسطة الطائرات الأثقل من الهواء كان عليه أن يحل ثلاث مشكلات :

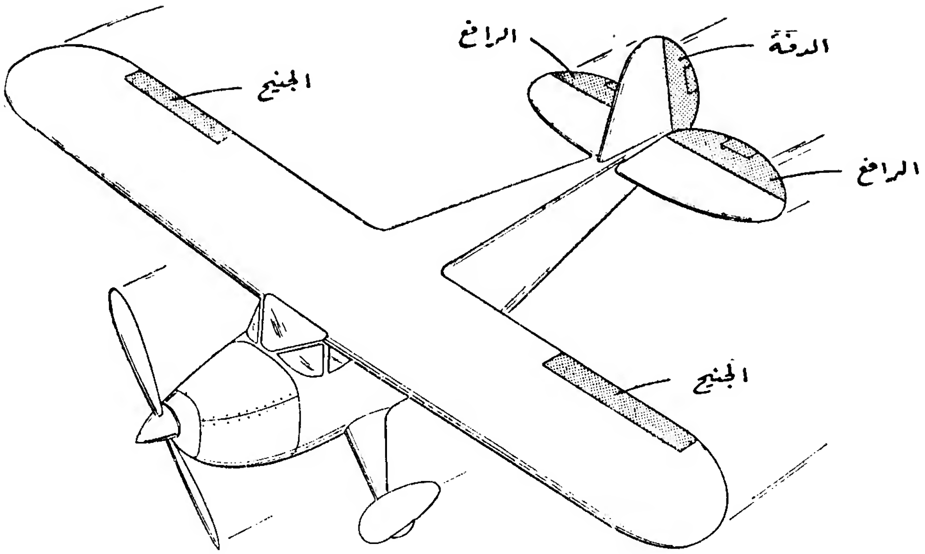
١ – توفير مسطحات قادرة على تحمل وزن الطائرة ، وقد عرفنا الآن كيف أمكن حل هذه المشكلة عن طريق الجناح المقوس ·

٢ – قوة كافية دون وجود ثقل كبير يكون عبئا يضاف للطائرة · وكان هذا متوقفا على اختراع آلات الاحتراق الداخلى الخفيفة ·

٣ – الثبات والقدرة على التحكم والتوجيه أثناء الطيران ، وسنناقش هذه المشكلة فيما يلى :

المسطحات الضابطة : تتحرك الطائرات فى ثلاثة مستويات · تأمل الشكل تجد أن على الطائرة أن تكون قادرة على التحرك فى ثلاثة مستويات فى الفراغ · وقد يساعدك على فهم هذه الحركات الثلاثية المستوى ، اذا تصورت نفسك طائرة وذراعاك مبسوطتان « مفرودتان » وتطير فى الهواء فانك تحتاج لأن تغير الاتجاه بحيث يصبح جسمك مائلا بالنسبة للأرض ورأسك متجها لأعلى أو لأسفل ، وقد ترغب فى أن تغير اتجاهك الى اليمين أو اليسار ، وقد تحتاج الى أن تميل بجسمك بحيث تكون ذراعك اليمنى منخفضة عن ذراعك اليسرى أو العكس ·

ويستطيع قائد الطائرة أن يتحكم فى وضع الطائرة ويغيره كيفما يشاء مستعينا على احداث هذا التغيير بالمسطحات المتصلة بجسم الطائرة والتى يمكن تحريكها كما يتحرك الباب ، فعندما تتحرك هذه المسطحات « لتعبىء الهواء » فانها تعمل على تغيير وضع الطائرة فى الجو ·



أسطح التحكم فى الطائرة تؤدى الى تغيير وضـــعها بثلاث طرق · يوضح الشرح كيف يمكن تحريك الرافع والدفة والجنيح للتحكم فى التعرج والميل والدوران ·

وتوجه مقدمة الطائرة الى أعلى أو الى أسفل بتحريك « الرافع » وهو جزء من ذيل الطائرة · فعنـدما يتحرك الرافع الى أعلى يهبط ذيل الطائرة الى أسفل وتتجه مقدمتها الى أعلى ، وعندما يحرك الرافع الى أسفل يحدث العكس فتنخفض المقدمة الى أســفل · وتوجه الطائرة يمينا أو يســـارا بواسطة السكان « الدفة » ، وهى أيضـا جزء من ذيل الطائرة ، أما اذا أريد تحريك الطائرة بحيث يميل أحـــد أجنحتها لأسفل والثانى لأعلى فيتم بواسـطة « الجنيح » ، والجنيح عبـارة عن سطح يتصل بالجزء الخلفى لكل جناح · ويعمل كل جنيح عكس الآخر · فاذا انخفض الجنيح الأيمن لأسفل ارتفع الجنيح الأيسر لأعلى ·

وهناك فى الطائرة أيضا نوع آخر من التوجيه تجب الاشارة اليه هنا · وهو يعطى القائد القدرة على التحكم فى تنظيم سرعـة الاندفاع الى الأمـام بواسطة المراوح ·

ثبات الطائرة : بالاضافة الى الرافع والدفة والجنيح التى تخضع جميعها لتحكم القائد لابد أن تكتسب الطائرة كل القـدرة على الثبات والاتزان الذاتى ، بمعنى أنها يجب أن تصمم بحيث تقـوم بتصحيح أى تغيير فى الوضــع قد ينشأ نتيجة لحركتها الى أعلى أو أسفل أو الى الأمام بتأثير الرياح أو بتأثير حركتها هى نفسها ، واذا كان على القائد الطيار مسئولية مواجهة كل هذه الاحتمالات فان الطيران يكاد يكون مستحيلا · فالى حد كبير يجب أن توازن الطائرة نفسها بنفسها آليا ، ففى ذيل الطائرة يوجـــد مسـطح رأسى ثابت على امتداد السكان « الدفة » ويقع أمامها يحفظ الطائرة من الانحراف يمينا أو يسارا ، أما المسطح الأفقى عند الذيل فيحفظ الطائرة فى وضعها الأفقى ، وتعمل الأجنحة نفسها على المحافظة على وضـعها الأفقى بدون انحراف جانبى ·

والآن وقد شرحنا وظائف المسطحات المتحركة للطائرة ، يجب أن نقف برهة لتصحيح خطأ شائع عن وظيفة الدفة · من الطبيعى ان نفترض أنهـــا تؤدى وظيفة السّكان « الدفة » فى السفينة ، أى انها تستخدم فى الطائرة بنفس الطريقة لتوجيـه الطائرة يمينا أو يســارا فى الهواء · والسـكان « الدفة » تساعد على عملية التوجيه هذه ، ولكن

الجنيحات والأجنحة هى الأجزاء الرئيسية فى هذه العملية وقد جاءت تصحيحا لهذا الاعتقاد ، فقرة فى كتيب أصدرته مصلحة الطيران المدنى الأمريكى جاء فيها :

« ان ادارة الطائرة نحو اليمين أو اليسار لا تتم فى الواقع بواسطة السكان « الدفة » ، بل بواسطة امالة أو انحراف الجناح من الوضع الأفقى نحو جانب من الجوانب ، بحيث يسحب الطائرة فى اتجاه هذا الميل ، وفى نفس الوقت لمقاومة الجاذبية الأرضية وتتم هذه العملية بواسطة استخدام الجنيحات لامالة الطائرة نحو الجانب المراد توجيهها نحوه » • ويستمر الكتيب فى شرح عمل السكان « الدفة » فيؤكد أنها تستخدم أثناء عبور المنحنى لمقاومة نزعة الطائرة الى الميل نحو المحيط الخارجى للمنحنى •

وبمعنى آخر فان تغيير اتجاه الطائرة نحو اليمين أو نحو اليسار يتم عن طريق امالة الطائرة حتى يستخدم جزء من الدفع الواقع من أسفل على الأجنحة فى سحب الطائرة الى اليمين أو اليسار ، والواقع أن استخدام السكان « الدفة » فى توجيه الطائرة نحو اليمين أو اليسار يمكن أن يشبه بمحاولة سائق السيارة دخول منحنى حاد بسرعة كبيرة فى طريق منزلق فى أثناء سقوط الثلج أو المطر ، وعندئذ قد تنحرف السيارة الى اتجاه جديد ولكنها تستمر فى الانزلاق فى الاتجاه الأصلى ، ويفقد السائق سيطرته على عجلة القيادة •

قيادة الطائرة

الارتفاع بالطائرة : بعد أن يقوم الطيار بفحص الطائرة ويركب جميع المسافرين فانه يتلقى الأمر بالراديو من برج المراقبة الخاص فى المطار بالتحرك (على الأرض) ، وما ان يتلقى هذا الأمر حتى يبدأ فى تدفئة المكنة مع استعمال كوابح « فرامل » عجلات الهبوط ، وحين يتأكد من دوران المروحة بشكل مرض يرفع « الفرامل » ويتحرك بالطائرة نحو المجرى الهوائى الذى يحدده له برج المراقبة ويوجه الطائرة عكس اتجاه الريح، ثم يتلقى الأمر من البرج بالارتفاع بالطائرة ، وعندئذ يزيد من سرعة اندفاع الطائرة تدريجيا ضد الريح •

وحتى هذه اللحظة تكون العجلات الثلاث مازالت على الأرض ، وبزيادة سرعة الطائرة يزداد الدفع على الأجنحة حتى يصبح مساويا تقريبا لوزن الطائرة وعندئذ يدفع القائد عصا القيادة الى الأمام قليلا ليدفع الرافع الى أسفل فترتفع مؤخرة الطائرة وتزداد سرعة الطائرة تدريجيا حتى تصل الى السرعة الكافية للتحليق ، ثم يعدل وضع الرافع بحيث ينحرف قليلا الى أعلى وعندئذ ترتفع الطائرة بخفة عن الأرض ثم يسحب عجلة الهبوط داخل الطائرة التى تظل ترتفع حتى تصل الى الارتفاع المطلوب ، ثم يعاد الرافع الى وضعه الأفقى •

الطيران فى الاتجاه الأفقى : فى أثناء الطيران الأفقى يستخدم القائد الجنيحات والسكان «الدفة» لتوجيه الطائرة يمينا أو يسارا ويتحكم القائد فى الجنيحات بالعصا أو عجلة القيادة التى تتحكم أيضا فى الرافع ، ولتحريك الجنيحات تحرك العصا يمينا أو يسارا ولادارة الطائرة الى اليمين تحرك العصا الى اليمين فيرتفع الجنيح الأيمن الى أعلى والجنيح الأيسر الى أسفل ، ويترتب على ذلك انحراف الطائرة الى اليمين مع ميل الجناح الأيمن الى أسفل والجناح الأيسر الى أعلى فتدور الطائرة الى اليمين • وكما ذكرنا قبلا يحرك القائد السكان « الدفة » قليلا أثناء المرور فى المنحنى ، ويتحكم القائد فى السكان « الدفة » بالضغط بالقدم على البدال ، وفى دوران الطائرة نحو اليمين تحرك « الدفة » نحو اليمين بدفع البدال الأيسر الى الأمام ، وفى دوران الطائرة نحو اليسار تحرك عصا القيادة وبدال القدم فى الاتجاهات المضادة للاتجاهات السابقة •

الهبوط : يستعد الطيار للهبوط بتوجيه

مقدمة الطائرة الى أسفل قليلا مع ابطاء السرعة ، فان الهبوط بسرعة فيه فقد كبير لقوة الدفع على الطائرة ، وتبدأ الطائرة فى الهبوط ببطء ، ويحصل القائد على اذن من برج المراقبة للهبوط ويتلقى تعليمات البرج بخصوص الممر الهوائى الذى يهبط عليه ، وما ان تنخفض الطائرة وتخف سرعتها بدرجة كافية حتى تدخل الممر الهوائى بمقدمتها مائلة لأسفل قليلا ، وما ان تصل الطائرة الى الأرض حتى يرفع القائد المقدمة لأعلى حتى ليهبط فى مستوى أفقى ٠

وربما تكون قد لاحظت وجود شيء يشبه جناحا ثانيا يتصل بالحافة الخلفية للأجنحة الأصلية من الجنيح وهيكل الطائرة فى الطائرات الكبيرة ، هذه « الرفارف » تستخدم فى الارتفاع والهبوط ، فعندما تستعد الطائرة للهبوط تبرز « الرفارف » الى الخارج (وهى عادة تكون داخل تجويف فى الجناح) ، وبهذا يزداد مسطح الجناح ، وهذا يزيد من الدفع الواقع على الطائرة ، وبهذا تهبط الطائرة بخفة ، وهى تعمل كفرامل هوائية أيضا لابطاء سرعة الطائرة ، وعند الصعود بالطائرة تستخدم « الرفارف » أيضا لتقوية الدفع عليها ٠

الملاحة الجوية

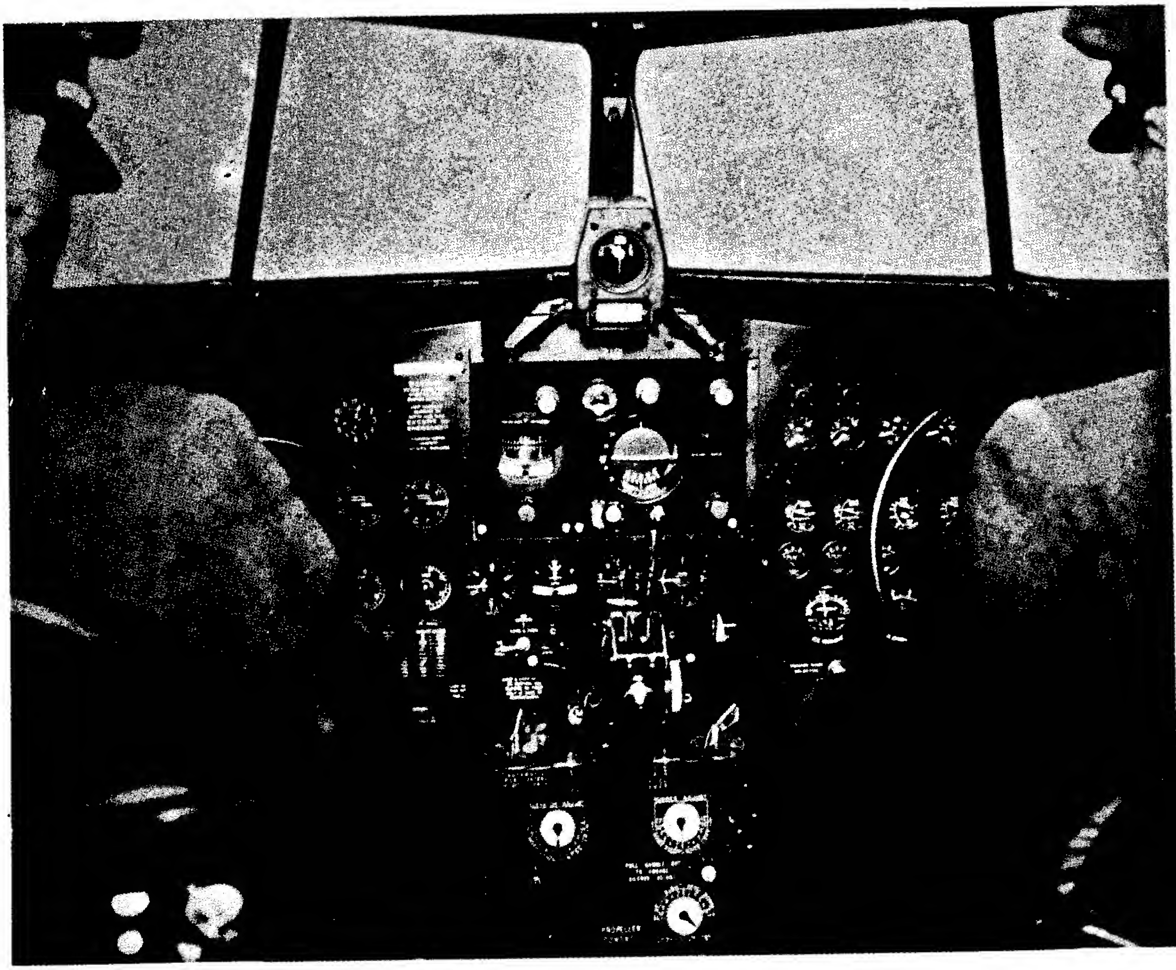
اذا ماستقل الانسان الطائرة وهى تعبر المحيط أو تخترق ضبابا كثيفا فانه سيدرك تماما ويقدر أهمية توافر أساليب وامكانيات يمكن الاعتماد عليها للملاحة ٠ ان الرحلات التى تقوم بها الطائرات بين نيويورك ولندن فى مجرد ساعات محدودة ماهى الا نتيجة لتقدم الملاحة الجوية وخبرة الطيارين ٠ وسنحاول هنا استعراض بعض الوسائل المستخدمة فى الملاحة الجوية ٠

ففى « الطيران المكشوف » يستطيع الطيار أن يحدد مكانه بملاحظة المواقع المعروفة كالمدن والقرى والبحيرات والسكك الحديدية والأنهار ، وفى الأيام الأولى للطيران كان الطيار الذى يقود طائرته فوق مكان أو طريق مجهول يهبط فوق محطة سكة حديد ليقرأ اسم البلدة ثم يرتفع ثانيا ليواصل رحلته ٠ ويستخدم الطيار فى الطيران المكشوف الخرائط لتحديد الأماكن والعلامات التى يمر بها ، ويستخدم الطيران المكشوف فى المناطق والأيام الصافية الجو والتى يسهل فيها الرؤية من الطائرة ٠

وعندما يكون الجو غير صاف وملبدا بالغيوم أو الضباب وتتعذر الرؤية ، أو عندما يكون الطيران فوق مياه غير محددة فان «الطيران الأعمى» هو الذى يستخدم ٠ وتعتمد هذه الطريقة على معرفة الاتجاه الذى كانت تسير فيه الطائرة والسرعة والزمن ، فالطائرة المتجهة للشرق بسرعة ٢٠٠ ميل فى الساعة لابد أن تكون على بعد ٨٠٠ ميل من نقطة البدء بعد أربع ساعات طيران ، على فرض أن السرعة لم تتقيد بالزيادة أو النقصان. ولهذا يعتمد « الطيران الأعمى » الى حد كبير على دقة تعيين الاتجاه وسرعة الهواء ٠

وفى الملاحة الفلكية يعتمد الطيار فى تحديد موضعه على الأجرام السماوية المعروفة ٠ وهناك آلة تسمى (السدس سكستنت) تستخدم لتحديد ارتفاع الطائرة وزاوية الميل مع الأفق بواسطة الشمس والقمر والزهراء والنجم القطبى والسماك الرامح أو غيره من النجوم ٠ وبواسطة هذه المعلومات يستخرج موقع الطائرة من جداول خاصة ٠ وتستخدم هذه الطريقة عند الطيران فوق المحيطات والمسطحات المائية حيث لا توجد علامات ثابتة ، أو فى المناطق التى لا يوجد بها خطوط لاسلكية تقود الطائرة ٠

أما فى الملاحة اللاسلكية فان الطيار يتبع طريقا خاصا ترشده اليه محطات اذاعة خاصة ، حيث تطير الطائرة على « خط لاسلكى » عبارة عن طريق من الاشارات اللاسلكية فى السماء ، هذه الطرق السماوية تكون شبكة تربط المدن الكبيرة فى العالم كله بمحطات ارسال تقع عند نقط محددة من هذه المدن ، وترسل كل محطة موجات لاسلكية



يمكن بالنظر من فوق كتف الطيار ومساعده توضيح العدد الكبير من الأجهزة المعقدة اللازمة لتشغيل الطائرات التجارية الحديثة • ويستخدم بعض الأجهزة فى الملاحة والبعض الآخر ليوضح كفاءة أجزاء المحركات ، ونبضها لكى يحفظ كابينة الركاب فى درجة حرارة وضغط الأرض على الرغم من أن الطائرة تطير على ارتفاع ١٠ آلاف قدم أو أكثر •

تكون قوية واضحة فقط فى مجرى محدد أو خطوط توجه قائد الطائرة •

ويستخدم الرادار كأداة مساعدة فى الملاحة الجوية عندما تتعذر الرؤية . وتقوم نظرية الرادار على « الصدى اللاسلكى » ، فمن جهاز الرادار فى الطائرة تنبثق موجات لاسلكية مرتفعة الذبذبة فاذا ما اصطدمت الموجات اللاسلكية بجسم ينعكس جزء منها مرتدا الى المصدر الأصلى محدثة بقعة ضوئية على شاشة تشبه شاشة التليفزيون ، وتستخدم السفن فى البحار الرادار لتجنب الاصطدام بالسفن الأخرى والجبال الثلجية والصخور ، ويقلل الرادار احتمالات حوادث اصطدام الطائرات ليلا • وفى حالات تعذر الرؤية ، وبذلك يمكن تجنب الاصطدام بالجبال والطائرات الأخرى وغيرها • كذلك تزود أبراج المراقبة فى المطارات بالرادار ، فاذا كانت ظروف الهبوط غير مناسبة أو متعذرة كما فى حالة الضباب الكثيف فان ضابط برج المراقبة يستطيع أن يحدد موضع الطائرة بالضبط ويقودها حتى تهبط باعطائه التعليمات الكافية التى تساعده على الهبوط السليم مع استمرار تبادل الاتصال اللاسلكى بينه وبين الطائرة •

أثر الجو فى الملاحة الجوية : الخط الرأسي فى الملاحة الجوية ــ كما فى أشياء أخرى ــ ليس هو أقصر طريق بين نقطتين دائما ، فالطيار يعدل من طريق طيرانه تبعا للأحوال الجوية التى تواجهه •

وتصدر مصلحة الأرصاد الجوية نشرة عن الأحوال الجوية مرة كل ست ساعات تشمل ظروف جميع الطرق الجوية ، وتحوى النشرة معلومات عن السحب والضباب والرياح والعواصف وغيرها من الظواهر الطبيعية • وبمعرفة هذه الأحوال فان

الطيار يستطيع رسم خط سيره متجنبا العواصف الخطرة والزوابع الثلجية وغيرها ، وقد يضطر الطيار الى استبدال المطار الذى كان ينوى الهبوط فيه بمطار آخر اذا كانت ظروف الهبوط فى المطار الأصلى خطيرة أو غير مناسبة ٠

وقد ساعد تزويد طائرات الخطوط التجارية بأجهزة الرادار الطيار على معرفة الجو فهو يستطيع الحصول على صورة واضحة للجو لمسافة قد تبلغ ١٥٠ ميلا أمامه ، حتى مع وجود السحب والظلام . ويعينه الرادار على التزام الممرات والطرق الجوية لضمان سلامته وراحته واطمئنانه ، وقد سبق أن أشرنا الى نواح أخرى عن علاقة الملاحة الجوية بالأحوال الجوية فى (الفصل ١٠ أ) ٠

أجهزة الطائرة

تبدو لوحة القيادة فى الطائرة لمعظمنا مجموعة معقدة من المؤشرات والمفاتيح والأضواء والعدادات والأزرار ، ولكن الطيار المدرب يستطيع قراءة ، واستعمال هذه الأجهزة بالبساطة التى يفهم بها سائق السيارة أجهزة القيادة فى سيارته ، وتزود هذه الأجهز الطيار بجميع المعلومات التى تضمن له التحكم فى الطائرة فهى تجيب عن الأسئلة الآتية :

- كم يبلغ ارتفاع الطائرة ؟
- ماهى وجهة الطائرة ؟
- كم تبلغ سرعة الطائرة ؟
- ماتأثير الرياح فى حركة الطائرة ؟
- ماهو موقع ووضع الطائرة ؟
- ماحالة الموتور والمحركات وباقى أجهزة الطائرة ، والى أى مدى يقوم كل جزء منها بوظيفته ؟

فلنحاول الآن فحص بعض هذه الأجهزة :

جهاز تقدير الارتفاعات (الالتيمتر) : يدل هذا الجهاز الطيار على ارتفاع طائرته عن سطح البحر ، وهذا الجهاز عبارة عن بارومتر (انظر فصل ١٠ أ) ٠ اننا نذكر أن الضغط الجوى ينخفض كلما ارتفعنا ، فلكل ألف قدم الى أعلى ينخفض الضغط حوالى بوصة واحدة ، ويقوم الجهاز بتحويل دلالة الضغط الى قراءة للارتفاعات بالأقدام مباشرة ، ويجب ألا ننسى أن هذا الجهاز يبين للطيار مقدار ارتفاعه عن سطح البحر ، ولكن لا يبين له ارتفاعه عن الأرض التى يطير فوقها مما قد يحتاج الى معرفته اذا كان يطير وسط السحب فى منطقة جبلية ٠ وهناك جهاز اسمه الالتيميتر اللاسلكى يستطيع أن يدله على مقدار ارتفاعه فوق الأرض مباشرة ، وذلك عن طريق ارسال موجة لاسلكية واستقبالها ثانيا بعد انعكاسها على الأرض وبحساب الزمن الذى تستغرقه هذه الموجة فى الوصول الى الأرض ٠ والانعكاس عليها يمكن تقدير البعد بين الطائرة وسطح الأرض ٠

ويوجد جهاز آخر لقياس الارتفاع يدل الطيار على السرعة التى يرتفع أو يهبط بها ٠

أما البوصلة المغناطيسية التى جاءت فى (الفصل ٢١ أ) فتستخدم فى تعيين اتجاه الطريق. وللبوصلة المغناطيسية بعض العيوب منها تأثرها بالاهتزاز وتعرضها للخطأ بسبب التغيير فى الحقل المغناطيسى الأرضى ، وفضلا عن ذلك فهى ضئيلة الفائدة عند الطيران قرب المنطقتين القطبيتين ٠ ويعتمد الطيار عادة على « البوصلة الجيروسكوبية » التى لا تعتمد فى عملها على المغناطيسية ٠ ولعلك تذكر الجيروسكوب الذى يظل متزنا مادامت العجلة مستمرة فى الدوران ٠ وتبقى هذه البوصلة فى الطائرة مستمرة فى دورانها بواسطة تيار هوائى وتستمر فى الاشارة الى اتجاه واحد مهما انحرفت الطائرة ٠

ويعين عداد السرعة فى الطائرة سرعتها

بالنسبة للهواء . فاذا كانت القراءة ١٤٠ ميلا فى الساعة وكانت الطائرة تسير ضد ريح سرعته ٢٠ ميلا فى الساعة فان سرعة الطائرة الحقيقية على الأرض تكون ١٢٠ ميلا . وبديهى أن السرعة على الأرض هى التى تدله على الزمن اللازم للوصول الى وجهته .

وهناك جهاز يعين للطيار الزاوية بين الاتجاه الذى يسير فيه وبين النقطة التى يقصدها . واذا كنت قد قمت بعبور نهر يمر فيه تيار قوى من الماء فانك لا تتجه مباشرة نحو النقطة التى تقصدها على الشاطىء الآخر مباشرة . بل تتجه بميل يعادل تأثير التيار فى القارب الذى تعبر به النهر . وكذلك فان الطائرة لا تسير فى الخط الذى تتجه اليه تماما بسبب الريح الشديد . ويساعد هذا الجهاز الطيار على التأكد من الوجهة الحقيقية للطائرة ومن استمرار تصحيح ومعادلة أثر الرياح فى وجهة الطائرة .

وكثيرا مايتعذر على الطيار أن يحدد موضع الطائرة بالنسبة للأفق . وهناك آلة تسمى « الأفق الصناعى » تساعده على تحديد موضع الطائرة . ويحدد الوضع الأفقى فى هذا الجهاز بواسطة جيروسكوب كيفما كان موضع الطائرة . ويبين هذا الجهاز أيضا هل الطائرة تميل للجانبين . أو الى الأمام والخلف . كذلك يوجد جهاز يدل الطيار على ماذا كان ينحرف نحو اليمين أو اليسار . وعلى سرعة هذا الانحراف .

وتبين الأجهزة المتصلة بالمكنات هل هذه الأجهزة سليمة وتقوم بعملها أم لا . فتبين سرعة الكرنك وضغط الزيت وكمية الوقود وضغط ودرجة حرارة الماء ... الخ .

وكما نعرف يلعب اللاسلكى والرادار دورا أساسيا فى الملاحة الجوية . ولهذا تزود الطائرات بجهازين من كل لضمان سلامة الطيران .

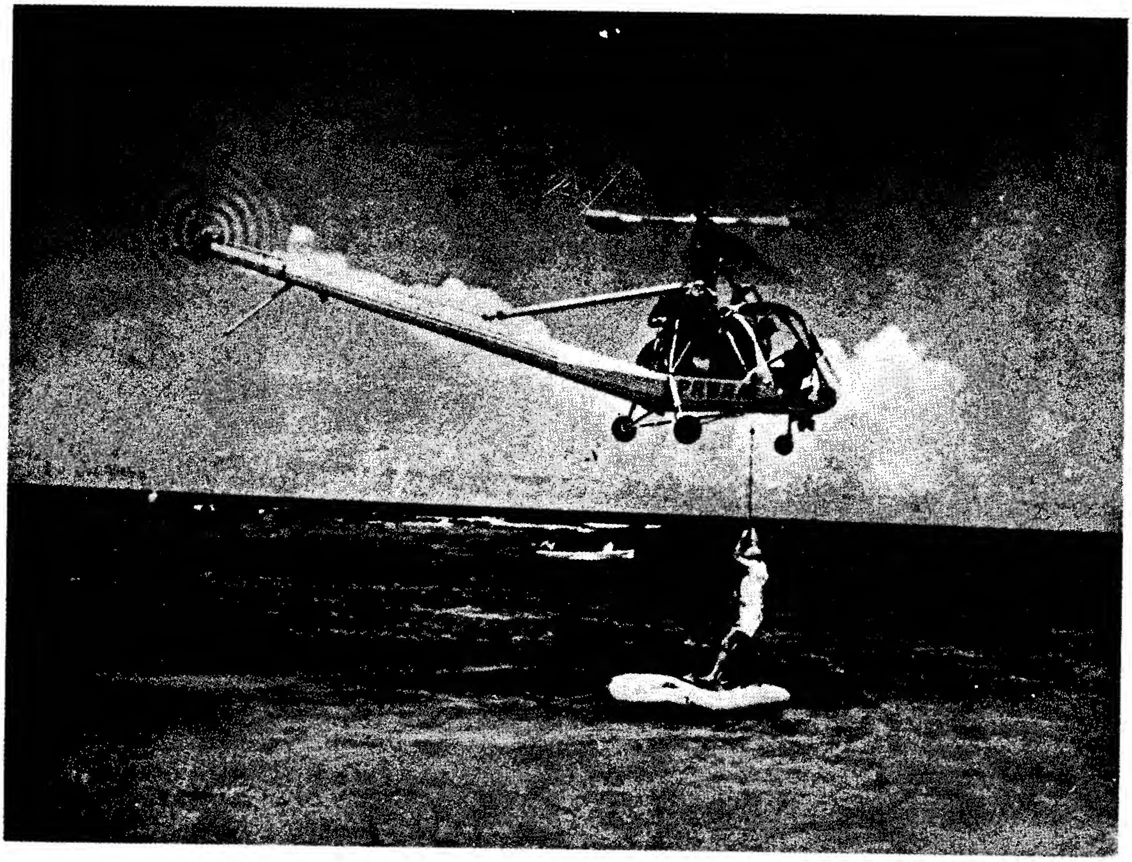
وجهاز القيادة الآلية يعطى القائد فرصة للراحة فيتولى توجيه الطائرة فى الرحلات الطويلة. ويعتمد هذا الجهاز على جهازين من الجيروسكوب ليحفظ الطائرة فى المجرى الذى يضبطه الطيار .

الهليكوبتر

هناك أنواع متعددة من الطائرات يستخدم كل منها فى غرض معين ؛ فالطائرة البحرية مثلا معدة بحيث تهبط على الماء . أو تطير من على سطح الماء . وبدلا من عجلات الهبوط تزود الطائرة بعوامات تحفظ توازن الطائرة على الماء .

والهليكوبتر نوع آخر من الطائرات تستبدل فيها الأجنحة والمروحة العادية بمروحة كبيرة تدور فوق الطائرة . ويشبه شكل كل ريشة من ريش المروحة شكل الجناح . واما ان تدور هذه الريش فى الهواء حتى تحدث ضغطا من أسفل الى أعلى على الطائرة . كما يحدث للجناح فى الطائرة العادية . ولكى تتحرك الطائرة الى الأمام يميل القائد بالمروحة الى الأمام . وتستطيع الهليكوبتر أن تسير فى أى اتجاه . ويمكن زيادة قوة الدفع بادارة كل سلاح من أسلحة المروحة حتى تشق الهواء بزاوية معينة وكذلك بزيادة سرعة دورانها . ويمكن تعديل السرعة بحيث تتعادل قوة الدفع على الطائرة مع قوة الجاذبية الأرضية عليها فتقف الطائرة معلقة فى الجو . وتستطيع الطائرة أن تهبط على مساحة صغيرة جداً لأنها تستطيع الهبوط والارتفاع عموديا . وهى لهذا السبب لا تحتاج الى مجرى هوائى على الأرض .

وبالرغم من أن الهليكوبتر تستطيع الطيران فى أى اتجاه من غير حاجة الى أن تنحرف فان هناك صعوبة فى أن تسير الطائرة بهذه الطريقة . ولهذا فان الهليكوبتر تستعين بمروحة أخرى صغيرة مثبتة فى ذيل الطائرة يمكن تغيير سرعتها بالزيادة أو النقصان . كما تساعد هذه المروحة الخلفية على حفظ اتزان الطائرة .



توضح هذه الصورة قيمة الطائرة العمودية فى عمليات الانقاذ ٠

ولأن الهليكوبتر تستطيع الوقوف فى الجو والحركة عموديا فانها تستخدم فى عمليات الانقاذ لالتقاط الأشخاص المحصورين أو المصابين من المناطق التى يتعذر الوصول اليها مثل المسطحات المائية أو قمم الجبال ، وتستخدم الهليكوبتر فى نقل البريد والركاب بسرعة من المطارات الى وسط المدن . وتستخدم أحيانا فى تعفير الحقول بالمبيدات الحشرية كما تستخدم أحيانا فى الاشراف على قطعان الماشية الكبيرة فى المرعى . وفى كل يوم تزداد الخدمات التى تؤديها الهليكوبتر ، ففى نيويورك تستخدم الهليكوبتر الآن لدراسة مشكلة المرور وغيرها من الأغراض ٠

الطائرة النفاثة

عرفت أن المروحة تعمل على سحب الطائرة الى الأمام باستخدام مقاومة الهواء ٠ ولكن الطائرات النفاثة لا تعتمد على هذه الطريقة ولا تستخدم مراوح ٠ فماهى الفكرة التى تقوم عليها الطائرة النفاثة ؟

يمكن فهم هذه الفكرة اذا تصورت عملية اطلاق رصاصة من البندقية فنحن نعلم ان الرصاصة عندما تنطلق الى الأمام تندفع البندقية الى الخلف فتدفع كتف الانسان ، فان البارود الذى يوضع فى ظرف الرصاصة يدفع البندقية عند انفجاره الى الخلف . فكأن انفجار البارود يدفع الرصاصة الى الأمام والبندقية الى الخلف ، أو هو فى الحقيقة ينتزع كلا من الرصاصة والبندقية احداهما عن الاخرى ٠

والآن نتصور أن ظرف الطلقة لا يحوى رصاصة وأنك أطلقتها أى فجرت البارود الذى فى الظرف ٠ فان الذى يحدث فى هذه الحالة هو اندفاع البندقية الى الخلف ، وخروج الدخان والغازات فقط من الأمام ٠ وبنفس الطريقة وعلى نفس الفكرة تعمل الطائرة النفاثة ، ففى أنبوبة طويلة بالطائرة يحدث انفجار شديد يدفع الغازات من فتحة الأنبوبة فى مؤخرة الطائرة ، وفى نفس الوقت يدفع الطائرة الى الأمام فى عكس اتجاه خروج الغازات ٠

ومثال آخر قد يوضح عمل الطائرة النفاثة. فالبالونة التى يلعب بها الأطفال عندما تملأ بالهواء وتترك فى الهواء وفوهتها مفتوحة فان الهواء ينطلق من جهة واحدة فتشاهد البالونة وهى تندفع فى الاتجاه المضاد ·

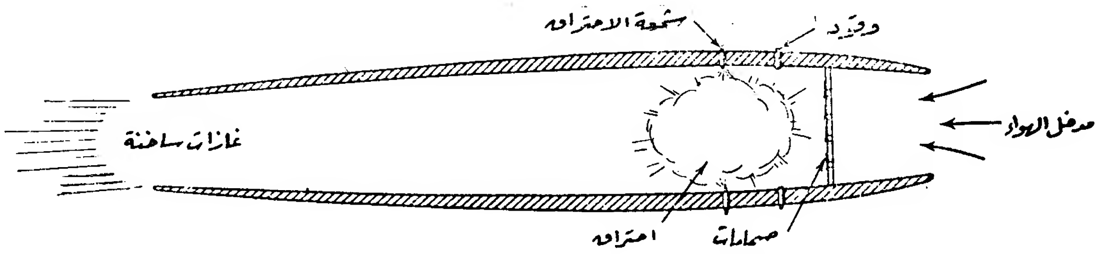
وهناك أنواع متعددة من الطائرات النفاثة تعمل جميعها على نفس الفكرة ؛ ففيها جميعا تنطلق الغازات من فتحة فى مؤخرة الطائرة فتندفع الطائرة الى الأمام ، وفى جميعها يحدث الانفجار نتيجة الاحتراق السريع للوقود فى غرفة للاحتراق.

والفرق بين الأنواع المختلفة للطائرات النفاثة يرجع الى طريقة ادخال الهواء اللازم للاحتراق الى غرفة الاحتراق الداخلى ، فهناك نوع يسمى « رام جيت » ويسمى أحيانا الموقد الأنبوبى لأنه يشبه الماسورة أو الأنبوبة · وعندما تكون هذه الطائرة منطلقة فى الجو بسرعة كبيرة فان الهواء يدفع خلال فتحة على شكل قمع فى الفوهة الأمامية للأنبوبة · ويدفع رشاش الكيروسين فى غرفة الاحتراق الواسعة حيث يمتزج بالهواء فيحترق بسرعة وباستمرار وتنتج كمية كبيرة من الغازات الساخنة تندفع بقوة هائلة من الفتحة الخلفية فتندفع الطائرة بسرعة كبيرة الى الأمام نتيجة الضغط الذى يسببه رد فعل الغازات الخارجة على الجدران الداخلية المنحدرة للأنبوبة المواجهة لفتحة خروج الغازات ·

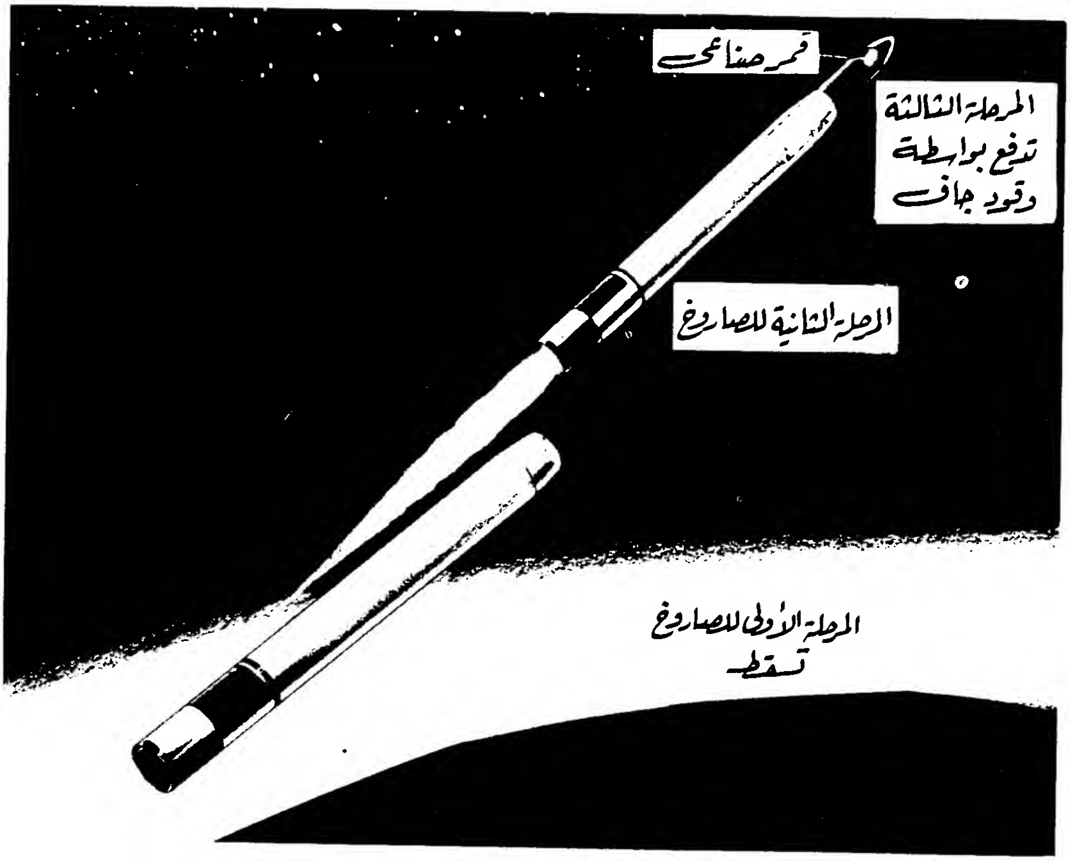
ولما كان الأمر يتطلب أن تكون الطائرة متحركة بسرعة كبيرة (٣٠٠ ميل فى الساعة) حتى يمكن دخول الهواء الكافى للاحتراق فمن البديهى أن الطائرة النفاثة لا تستطيع أن تبدأ حركتها ذاتيا ، ولهذا قد تستخدم طريقة سحبها بطائرة أخرى حتى تكتسب السرعة الكافية ثم تترك لتنطلق وحدها ، وهناك طريقة أخرى تعتمد على تفجير صاروخ مثبت فى الطائرة فيدفعها الى أعلى حتى تكتسب السرعة اللازمة لتشغيلها ·

وهناك نوع آخر يسمى « التوربوجيت » وهو يستطيع أن يقوم من الأرض دون حاجة الى أى مساعدة حيث يوجد فى المؤخرة تربين فى نهاية الأنبوبة يدور بفعل الغازات الخارجة وهو متصل بمروحة فى المقدمة ، وما ان يدور التربين حتى تدور المروحة فتدفع الهواء فى غرفة الاحتراق ·

وهناك نوع آخر يسمى « توربوبروب » وهو يشبه النوع السابق الا آن التربين فيه يقوم بادارة مروحة كبيرة تستخدم بالاضافة الى الانفجار فى دفع الطائرة · وتقوم المروحة بمعظم العمل · فكان هذا النوع يجمع بين مميزات كل من الطائرات العادية والنفاثة · وتعتمد المروحة فى عملها على الهواء الذى يحيط بها ، فهى مفيدة وفعالة قرب سطح الأرض حيث كثافة الهواء كافية ، أما فى الارتفاعات الكبيرة حيث الهواء قليل فان المحرك النفاث هو الذى يقوم بالعمل حيث انه لا يحتاج الى وجود هواء يعتمد على مقاومته فى الاندفاع ، ولهذا فان المحرك النفاث يستخدم فى الطبقات



يوضح هذا الشكل الأجزاء الرئيسية الشائعة فى المحركات النفاثة · ويؤدى الاحتراق السريع للوقود فى غرفة للاحتراق الى اندفاع الغازات الساخنة من فتحة خلفية وهذه تدفع الطائرة الى الأمام ·



تدفع الصواريخ ذات المراحل الثلاث القمر الصناعى الى مداراته .

العليا من الجو . أما فى الطبقات المنخفضة وحيث لا يتطلب الأمر سرعة كبيرة يفضل استخدام المراوح لأنها لا تحتاج الى كميات كبيرة من الوقود.

ولهذا السبب فان هذا النوع من الطائرات مناسب لنقل الركاب فى رحلات تستغرق بضعة مئات من الأميال ، فعند طيرانها المنخفض أو عند قيام الطائرة أو هبوطها تستخدم المروحة ، أما فى الارتفاعات الكبيرة فيقوم المحرك النفاث بمعظم العمل ، ويفضل هذا النوع من الطائرات فى نقل الركاب لأنه قليل الاهتزاز .

وتستخدم جميع شركات الطيران فى العالم تقريبا الطائرات النفاثة لخدمة الركاب بين قارة وأخرى . وسوف يكون من المألوف فى السنوات القليلة القادمة أن نرى الطائرات النفاثة الضخمة وهى تحمل أكثر من مائة راكب عبر المحيطات والقارات .

وهناك أمل كبير فى تزويد الطائرات بالمحركات الذرية فى المستقبل القريب . وبقطعة صغيرة من اليورانيوم لا تتجاوز اصبع الانسان ستتمكن الطائرات من قطع آلاف الأميال دون حاجة الى التوقف للتزود بالوقود ، ولن يكون هناك حاجة للاحتراق ، فان انقسام الذرات فى المولد سينتج كميات كافية من الحرارة لتحدث تمددا فى الهواء يدفع للانطلاق من فتحات العادم فى أنابيب المحرك النفاث ، وعلى كل مازال هناك عدد من المشاكل يلزم حلها قبل أن تحتل الطائرة الذرية مكانها بجانب الغواصات الذرية فى عصرنا الذرى. ان الصعوبة الكبرى تكمن فى اختراع المفاعل الذرى الخفيف الوزن الذى يدفع الطائرات بسرعة

أكبر من سرعة الصوت والذى تتوافر فيه جميع وسائل الوقاية من الاشعاعات الذرية ٠

الصواريخ

لا شك أن أحدث التطورات فى عالم الآلات الطائرة هو الصاروخ الذى لا يعتمد على الهواء فى اكتساب قوته المحركة ، ان التطور المستمر فى استخدام القوى المحركة سيجعل من الممكن تزويد الصاروخ بالقوة الكافيـة للتغلب على الجاذبية الأرضية دون الحاجة الى قوة الدفع التى تعتمد على الأجنحة التقليدية . وعندما تترك طائرات المستقبل الصاروخية طبقة الغلاف الهوائى المنخفضة وترتفع فى الجو مئات الأميال فان الهواء يصبح خفيفا بدرجة تجعل الأجنحة غير صالحة للعمل مطلقا ٠

وعلى عكس كل الآلات التى شرحناها سابقا فان المحرك الصاروخى مزود بكمية الأوكسجين اللازمة لاحتراق وقوده دون الحاجة الى الاعتماد على الهواء الجوى ، وبالتالى دون الحاجة الى التقيد بالطيران فى طبقة الغلاف الهوائى ٠ وهذا بالاضافة الى السرعة الجبارة يجعل المحرك الصاروخى هو أمل المستقبل فى نقل مركبات الفضاء سواء منها مايحمل الانسان أو مالا يحمله للتنقل بين أجزاء الفضاء ٠

أما مسحوق البارود ذلك الوقود التقليدى القديم الذى كان يستخدم فى الصواريخ الحربية وصواريخ الزينة فهو غير صالح للطيران البعيد المدى ، وتستخدم بدلا منه الآن أنواع أخرى من الوقود السائل والصلب ، والصاروخ يدفع بنفس الفكرة التى تقوم عليها الطائرات النفاثة فيستخدم رد فعل ضغط الغازات المحترقة فى الداخل لدفع الصاروخ الى الأمام ٠

ويستخدم الآن نوع من الصواريخ ثلاثى المراحل لوضع الأقمار الصناعية فى مدارها حول الأرض ، ومن هذه الأقمار الصناعية نتعلم الكثير عن الأرض وعن الجو ، وعن الفضاء الخارجى ٠

ولكى يصل صاروخ الى القمر لابد وأن يسير بسرعة ٦ أميال فى الثانية عندما يصل الى ارتفاع ٣٥٠ ميلا فوق سطح الأرض ٠

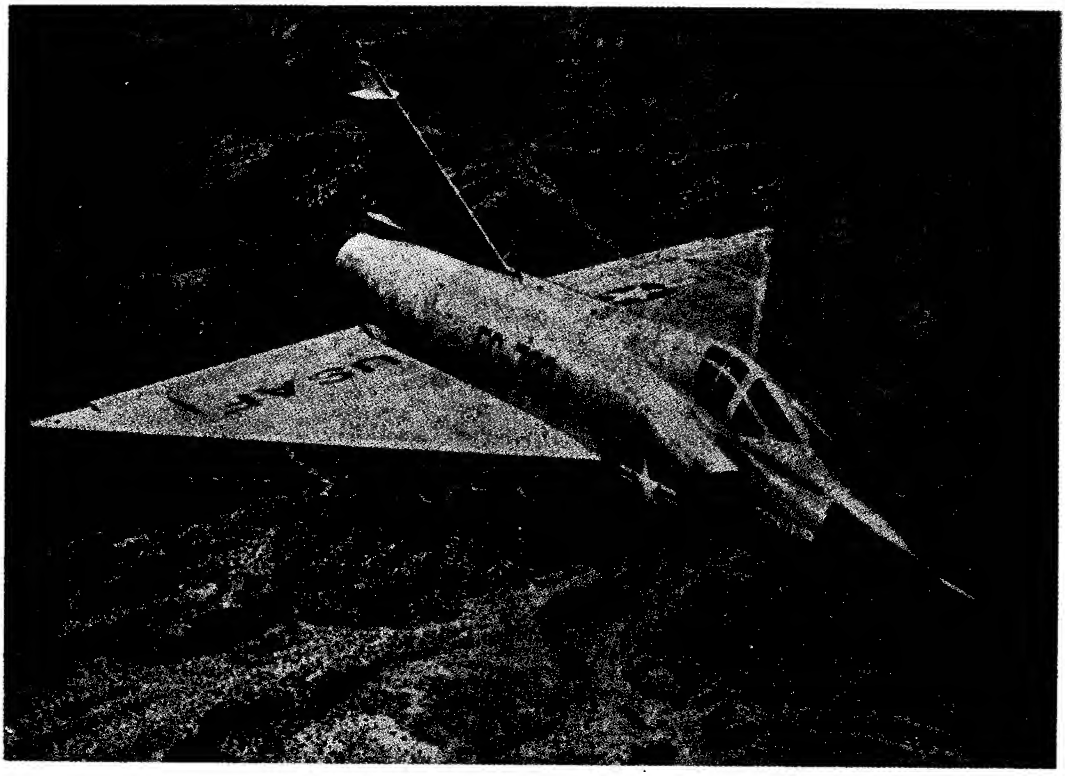
الحاجز الصوتى

كلما زادت قدرة الانسان على زيادة سرعة الطيران واجه صعوبات جديدة ، فعندما تصل سرعة الطائرة الى ٧٥٠ ميلا فى الساعة ، وتقترب من سرعة الصوت يحدث شىء عجيب فتبدأ الطائرة فى الاهتزاز والتأرجح ، وبزيادة السرعة حتى تصل الى سرعة الصوت يزداد الاهتزاز بدرجة خطيرة قد تؤدى الى نزع الأجنحة من الطائرة ولكن ما ان تزيد سرعة الطائرة عن سرعة الصوت حتى يعود الاستقرار الى الطائرة ويتوقف هذا الاضطراب فى طيرانها ٠

وتكون الطائرة بذلك قد اجتازت جدارا غير مرئى فى الهواء يسمى « الحاجز الصوتى » ولكن ماهى حقيقة هذا الحاجز ؟

انك تذكر من (الفصل ٢٢ أ) أن الصوت ينتقل فى موجات تضاغط تقترب فيها جزيئات الهواء بعضها من بعض وتسير بسرعة ١١٠٠ قدم فى الثانية أو ٧٦٠ ميلا فى الساعة ٠

فعندما تسير الطائرة بسرعة أقل من سرعة الصوت يسبق الصوت الصادر من الطائرة الطائرة نفسها ٠ ولكن عندما تتساوى سرعة الطائرة مع سرعة الصوت تتفق حركة الطائرة مع حركة التموجات الصوتية التى تحدثها ، ولما كانت موجات التضاغط لا تستطيع أن تزيد سرعتها وتسبق الطائرة فانها تتراكم أمام الطائرة مكونة مايشبه الحائط ، وعندما تزيد الطائرة من سرعتها فان عليها أن تخترق هذا الحائط المرتفع الضغط ، وفى اللحظة التى تخترق فيها الطائرة هذا الحاجز غالبا مايسمع الناس فى الأرض صوت انفجار شديد ، وعندما تنجح الطائرة فى اختراق حاجز الصوت وتصبح منطلقة بسرعة فوق سرعة الصوت



الأجنحـــة المثلثة شـــائعة فى الطائرات المصممة لكى تطير أسرع من الصوت ٠

(سوبر سونيك) لا تؤثر فيها تموجات الصوت بأى حال لأن الطائرة تتركها وراءها ٠

وقد صممت الطائرات الحديثة بشكل يسمح لها بالتغلب على أخطار اجتياز الحاجز الصوتى ، فهى تزود بأنف يشـبه الابرة الطويلة الرفيعة ، وتتجه أجنحتها الى الخلف بما يساعدها على اختراق الحاجز الصـــوتى بسهولة ، ولهذا فان الأجنحة المثلثة (دلتا) أصبحت معروفة فى الطيران الأسرع من الصوت ٠

وقد توصل شاب أمريكى من خبراء الطيران الى ادخال بعض التحسينات الجـديدة فى هـــذه الطائرات؛ فزاد من طول أنف ودلتا الطائرة وجعل شكل الجسم مضغوطا قليلا حتى يجد الهواء أثناء اختراق الحاجز الصوتى منفذا له ، وقد زاد هـذا التعديل سهولة اختراقها للحاجز الصوتى ٠

الحاجز الحرارى

مشكلة أخرى واجهت الطيران السريع وهى مشكلة الحاجز الحرارى ٠ ولعل مانعرفه عن احتراق الشهب عندما تدخل فى الغلاف الهوائى المحيـط بالأرض يعطينا فكرة عن الحاجز الحرارى.فالاحتكاك بين الشهب المتســاقطة بسرعة ٢٥٠٠٠ ميل فى الساعة وبين الهواء يرفع درجة حرارتها الى درجة الانصهار والغليان ويجعلها تترك خلفها خطا طويلا من الغازات المضيئة ، ولهذا يسميها الناس « النجم المذنب » ٠ وكذلك فان الطائرة عنــــدما تخترق الهواء فان احتكاكها مع الهواء يرفع درجة حرارة المعدن المصنوعة منه ، وكلما زادت سرعتها ازدادت حرارة الاحتكاك ولهذا فان الطائرات التى تسير بسرعة الصوت أو أكثر وتتعرض لهـــذا الحاجز الحرارى تصمم بحيث تتحمل المعادن التى تصنـع منها هذه الظروف ٠ والحرارة التى تتولد بالاحتكاك مع الهواء تكون خطرا كبيرا على قائد الطائرة الذى لولا وسائل التبريد التى تزود بها الطائرة لأحرقت هذه الحرارة بشرته ٠

المطارات

المطارات أماكن كثيرة الحركة كخلية النحل ، فهى مفارق الطرق فى عالم عصر الطيران وبوابة

الانســان الى الرحلات الجريئة التى يقــوم بها الى أركان الأرض البعيدة ، فعند شبابيك التذاكر تجد المســافرين يبتاعون التذاكر الى الجهات المتعة ، وترى أمتعة المسافرين وهى توزن · وفى مكاتب الاتصال تجد الآلات وهى تتلقى آخر الأنباء الخاصة بحركة المواصلات من المطارات المختلفة عن مواعيدها المقدرة لوصول الطائرات القادمة للمطار ، وتشاهد عمال التنظيف والصيانة وهم يؤدون أعمالهم فى الطـائرة بينما المتعهدون يعدون الطعــام اللازم للمرحـلة القـدمة · وتجد المهندسين والميكانيكيين وهم يفحصون أجهزة الطائرة ، ومركز الأرصـاد الجوية وهو يعد تقريره لقائد الطائرة على أسـاس آخر ماوصله من بيانات ، ومن جهة أخرى ترى العمــال وهم يملأون خزانات الطائرة بالوقــود ، وترى ضباط الاتصال وهم ينظمون حـركة المرور ويوجهون الطائرات فى هبوطها وقيامها ·

وفيما عدا طائرات الهليكوبتر فان الطائرات تحتاج الى مسافة كبــيرة ومجرى هوائى كبــير لتمكينه من التحليق منه أو الهبوط عليــه ، ان الطيران والملاحة الجوية فى تقـدم سريع بدرجـة تجعل أحدث المطارات غير قادر على مسايرة مايتم من تطور وتقـدم فى عالم الطـيران ، وقد اتسعت المطارات الحديثة فأصبحت عدة أميال مربعة ·

ويوجد فى المطارات حظائر للطائرات تقابل « الجاراجات » للســيارات وفيها تخزن الطائرات وتصان ·

وللمطارات العامة الكبيرة أبراج للمراقبة ، ويمكن الاهتداء اليها ومعرفتها من الجدران الزجاجية التى تحيــط بطوابقها العليــا ، وتقع على عاتق المشرفين على هذه الأبراج مسئولية تجنب الحوادث فى المطارات بالنشرات التى يذيعونها عن الأحوال الجوية ، وبتحديد المجرى الهوائى الذى تهبط أو تحلق منــه الطائرة ، وتبــلغ الطائرات البرج باللاسلكى عن مواقعها وموعد وصــولها قبل أن تصل الى المطار بمسافة قد تصل الى أميال ، وعلى ضوء هذه البيانات يستطيع رجال البرج تحديد أماكن الهبوط ويوزع المجارى الهوائيــة · ومهما كانت الدقة فى التخطيط فانه من المتعذر تلافى حوادث الطيران وخاصــة فى المطارات المزدحمة ، وأحيانا تضطر الطائرات العادية الى الدوران حول المطار عدة مرات حتى يخلو لها مجرى هوائى تهبط عليه · وأحيــانا يتعذر على بعض الطائرات أن تغادر المطار فى الوقت المحدد ودائما تكون الأسبقية للطائرات القادمة على الطائرات المسافرة من المطار.

وفيمــا يلى بعض التعميمات الهــامة التى استخلصناها من هذا الفصل ·

- تملأ المناطيد والبالونات بغازات أخف من الهواء ·
- يعتمد ارتفاع الطائرة فى الجــو ومقاومة الجاذبية الأرضية على أجنحة الطائرة ·
- يتولد الدفع على الجناح المندفع الى الأمام فى الهواء نتيجة قوتين :

١ – ضــغط الهــواء على سطح الجنــاح السفلى ·

٢ – نقص الهواء فوق السطح العلوى ·

- وظيفة المروحة هى توليـــد القــوة التى تسحب الطائرة للأمام فى الهواء ·
- يمكن تغيير وضع الطائرة فى الجو بواسطة المسطحات المتحركة وهى الرافع والسكان « الدفة » والجنيحات ·
- يعتمد ثبات الطائرة فى الجو على المسطح العمودى الثابت والمسطح الأفقى الثابت فى الذنب وعلى سطح الجنــاح المنحنى لأعلى ·
- فى الطيران المكشوف يعتمد الطيار على المواقع الثابتة المعروفة فى تحديد موقعه .
- فى الطـيران الأعمى يحدد موقع الطائرة

بواسطة سرعة الطيران واتجاهه والزمن الذى يستغرقه ·

- فى الملاحة اللاسلكية يتبع الطيار طريقا تحدده اشارات لاسلكية من محطات ارسال ·

- فى الملاحة الفلكية يحدد الموقع بالاستعانة بالاجرام السماوية المعروفة ·

- يوجد بالطائرة أجهزة تحدد للطيار ارتفاعه ووجهته وسرعته وقوة السحب ووضع الطائرة بالنسبة للأفق وحالة مكنات الطائرة ·

- يوجد بالطائرة جهاز للطيران الآلى ليعطى الطيار الفرصة للراحة فى الطيران الطويل المدى ·

- فى الهليكوبتر تستبدل الأجنحة والمروحة العادية بأجنحة تدور أو مراوح كبيرة ·

- لما كان المحرك النفاث لا يحتاج الى هواء مستقل فى الدفع كما يحدث فى المراوح فان المحركات النفاثة تكون مناسبة للطيران فى الطبقات العليا القليلة الهواء .

- تبذل المحاولات فى الوقت الحالى لصناعة طائرات ذرية ·

- تعمل الصواريخ على أساس فكرة المحركات النفاثة ، ولكنها تختلف عنها فى أنها تحمل حاجتها من الأوكسجين ·

- ان الحاجز الصوتى والحرارى من أكبر العقبات التى تقابل الطيران السريع ، ولكنها تقابل الآن بتغيير شكل الطائرة وتصميمها ونوع المواد التى تصنع منها لاتقاء أخطار هذه الحواجز ·

تجارب يمكنك القيام بها

١ - اختبر طائرة لترى كيف تطبق الأسس التى درستها · اختبر الأجنحة وجسم الطائرة والذيل وغيرها من أجزاء الطائرة · افحص لوحة القيادة وحاول أن تعرف بعض المعلومات التى يستطيع القائد الحصول عليها منها ·

٢ - قم بزيارة متحف لمعرفة مايمكن عن تاريخ تطور الطيران اذا أمكن ·

٣ - قم بعمل طيارة ورق وطيرها · استخدم معلوماتك التى درستها عن كيفية ارتفاع الطائرة ·

٤ - قم بزيارة مطار لمشاهدة كل مايمكنك مشاهدته ، لفهم مادرست فى هذا الفصل ·

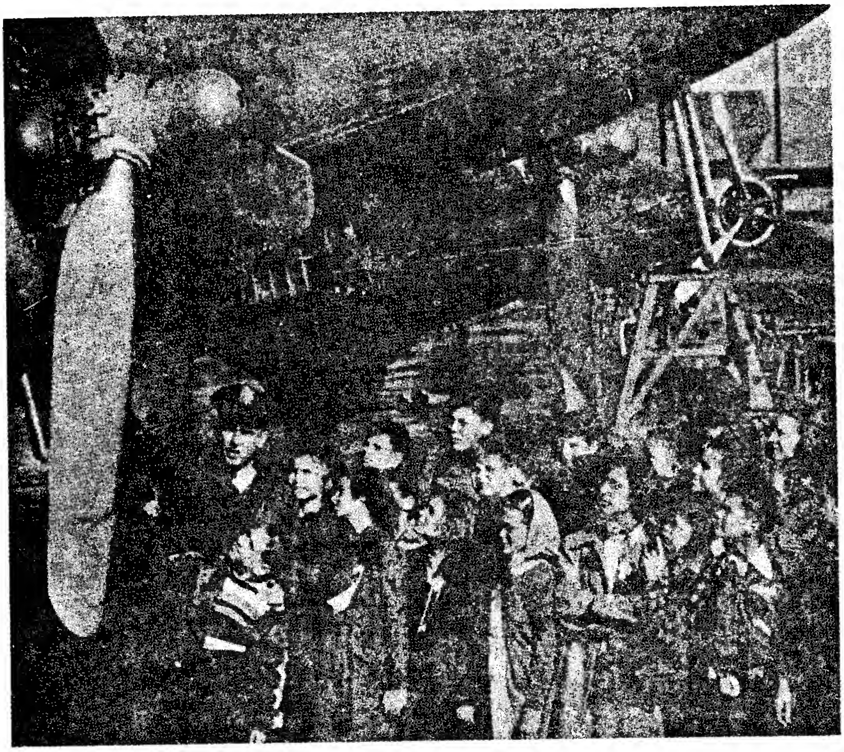
٥ - قم بعمل نموذج طيارة لاستخدامه فى معرفة أجزاء الطائرة ·

٦ - ادرس وقارن نماذج الطائرات المختلفة لمعرفة الفروق بين حجومها وأجنحتها والزوايا الواقعة بينها وبين جسم الطائرة ·

٧ - لاحظ طريقة طيران الهليكوبتر والطائرة العادية وسجل خصائص كل منهما ·

٨ - اجمع من الجرائد والمجلات أخبار الطيران المتعلقة بمشكلاته وتقدمه وحوادثه ... الخ ·

٩ - قارن القوة المستخدمة فى الطائرة العادية والنفاثة والهليكوبتر والصاروخ ·



الفصل الرابع والعشرون

تدريس « الطيران »

من الطبيعي جدا ادراج الطيران ضمن الدراسة في المرحلة الابتدائية ، فقد أصبح للنقل الجوى صلة بكل منا بطريقة أو بأخرى . وسواء كنا فى السلم أو الحرب فاننا نعيش حقا فى عصر الطيران .

ويعرف كل من له اتصال بأطفال المرحلة الابتدائية مدى شغفهم بموضوع الطيران ، فهم يعرفون بطريقة ما الكثير من المعلومات عن الطيران. وبعض هذه المعلومات غير دقيق بطبيعة الحال . ولكن شغفهم بالموضوع سيدفعهم دائما الى السؤال والملاحظة . ولهذا فان دراسة هذه الوحدة قد تصبح من أكثر الموضوعات فائدة لاكساب الأطفال الخبرة والمعرفة ، كما أكد كثير من المدرسين .

ودراسة الطيران تمهد السبيل للكثير من الخبرات القيمة التى تتناول كل نواحى منهج المرحلة الابتدائية . واذا تبينا كل الفرص والاحتمالات فاننا سنجد الترابط فيها واضحا بين المواد الاجتماعية والعلوم وفنون اللغة والرياضيات. ان المشكلات التى تدرس فى هذا المجال مثل كيف غير اختراع الطائرة من حياتنا ، وكيف أمكن اتخاذ وسائل الأمان والوقاية فى الطائرات ، وكيف تمنح شهادات القيادة للطيارين ، وكيف أمكن التحكم فى الملاحة الجوية ... كل هذا وغيره من الموضوعات تتضمن الكثير من الخبرات والمعلومات والاتجاهات والمهارات ، وهى فرص يجب أن يستغلها المدرس ويركز عليها .

ومن المهم القيام بتنفيذ بعض ماورد فى هذا الفصل حتى تسهل معرفة كيفية عمل الطائرة وطيرانها .

وأنت كمدرس ليس من المفروض أن تكون دائرة معارف ، أو أن تحسن فن الطيران ، أو أن تكون مصدرا لكل المعلومات . وليس من الضرورى

أن تكون قادرا عـــلى اجابة كل مايخطر على بال الأطفال من أسـئلة · واذا آمنت بفلسفة هــذا الكتاب ووجهة نظره فانك لن تحاول أن تجيب على أى سؤال بأية اجابة كانت · وعلى كل فان معرفة ماجاء فى الفصل السابق من معلومات يكفى لتوجيه الأنشـــطة والخبرات التعليمية فى أى فصـل من فصول المرحلة الابتدائية · وبالاضـــافة الى ذلك فان هناك مصادر كثيرة يمكن أن تستغل فى اجابة الكثـير من الأسئلة وحل الكثـير من المشـكلات المتعلقة بدراسة موضوع الطيران · فمثلا شركات الطـيران الأهليـــة فى أى مكان تستطيع تزويد المدرسة بقدر لا حد له من المعـلومات والمطبوعات والصور والخرائط ·

ولن يعدم المدرس مهما تكن الظروف أن يجد شخصا حاصلا على رخصة للطيران · مثل هـــذا الشخص يستطيع الاجابة على كثـــير من أسئلة التلاميذ ، كذلك توجـــد مطارات فى كثـــير من الجهات ، وليس من الضرورى أن يكون مطارا كبيرا، فمهما كان المطار صغيرا سيجد فيه التلاميذ الكثير من المعلومات والخبرات التى تساعدهم على الفهم · وهذا فضلا عن توفير الأفلام والصور الثابتة التى تتناول موضوع الطيران وكذلك الكتب والكتيبات.

وهنـــا نؤكد مرة أخرى أهميـــة الخبرة المباشرة الحقيقية فهى أحسن معلم · ان المدرس الذى تتاح له فرصة القيــام برحلة مع التلاميذ لزيارة المطار يستطيع أن يجعل دراســـة الطـيران خبرة حية للتلاميذ ·

واليك بعض أوجه النشـــاط والخبرات التى جربت بنجاح فى تدريس هذا الموضوع فى المرحلة الابتدائية :

١ ــ زيارة المطار لأخـــذ فكرة صحيحة مباشرة عما يحدث فى المطار بمشـــاهدة الطائرات وهى تهبط فى المطار أو تغادره ومشاهدة الممرات الهوائية والالمام ببعض مايحدث فى المطار ·

٢ ــ مشاهدة طائرة نقل كبـــيرة وفحصها من الداخل ·

٣ ــ عمل طيارات ورق ومشاهدتها فى أثنـــاء الطيران وكيفية موازنتها ·

توضح هـــذه التجارب أثر الانسياب فى تيارات الهواء · فالولد فى اليسار ينفخ على جسم بيضاوى الشكل · فيتحرك الهواء حول المجسم الانسيابى · واذا نفخ على الجسم المفرطح فى الطرف الآخر من العصا يتحرك الجهاز حول محوره · أما الفتـــاة فهى تنفخ حول زجاجة فتتجمع التيارات فتطفىء الشمعة · والولد الى اليمين ينفخ على لوح من الورق المقوى فيتحرك تيـار الهـــواء الى أعلى ثم على اللوح الورق ويحرك لهب الشمعة ناحية اللوح · وتوضح مثل هذه التجارب البسيطة أفكارا من الصعب فهمها بغير ذلك ·



٤ – جمع عدد من الصور عن الطائرات المختلفة ومعرفة الأغراض التى تستخدم فيها .

٥ – معرفة أسماء أجزاء الطائرة وفائدة كل جزء منها .

٦ – البحث عن الأشياء التى تنقل بالطائرات (أزهار – فواكه – بريد – جرائد) .

٧ – فحص نماذج الطائرات المختلفة وتسمية أجزاء كل منها ووصفها .

٨ – عمل بعض التجارب لتوضيح أثر الهواء وضغطه على الأجسام .

٩ – عمل طائرات شراعية ومعرفة كيف تعمل فى وجود الريح وعند عدم توافرها .

١٠ – الاستماع الى النشرات الجوية التى تصدر للطائرات وتوضيح أهمية محتوياتها .

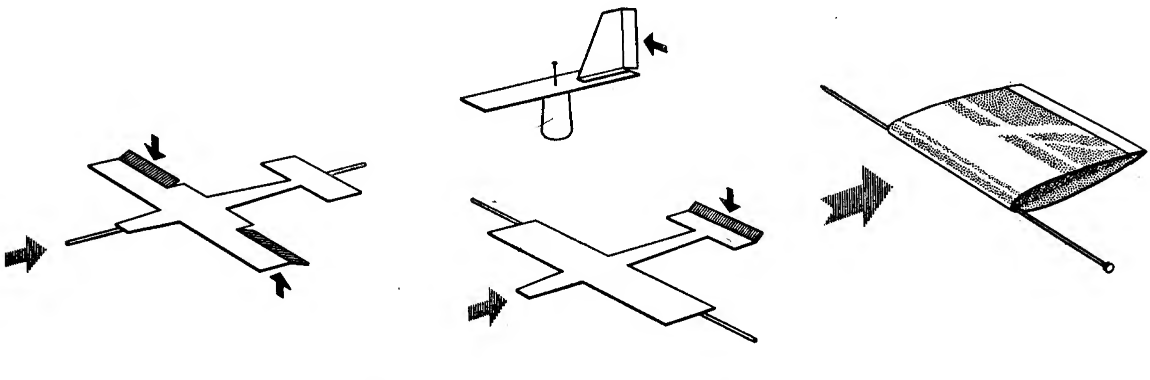
دراسة المحاولات الأولى للطيران

هناك الكثير من القصص التى يمكن جمعها عن المحاولات المتعددة التى قام بها الانسان ليتمكن من التحليق فى الجو ، ويمكن اعداد مجموعة من الصور الثابتة لعرضها بالفانوس السحرى وعمل مجموعة من اللوحات البيانية والرسوم التوضيحية ويمكن عمل تقارير تصف الأدوات التى استخدمت فى هذه المحاولات (الأجنحة الصناعية . البالونات ... الخ) ، مع ذكر مدى نجاحها وهل انتشر استخدامها أم لا . ويجب أن ترتب الصور والأحاديث تبعا للتسلسل الزمنى لتلك المحاولات لتوضيح تطور فاعلية ونجاح طرق الطيران ، ويجب أن تشمل أساليب الطيران الأخف والأثقل من الهواء .

دراسة كيفية طيران الطائرة

ربما تطلب الأمر قيام التلاميذ بمراجعة بعض مادرسوه عن الضغط الجوى وخاصة أنه يقع فى جميع الجهات ، فوضع ورقة فوق كوب مملوء بالماء وقلبها دون أن يسقط الماء سيثبت لهم أن للهواء ضغطا من أسفل لأعلى وبالتالى يستطيع الهواء أن يضغط على الجناح من أسفل الى أعلى .

ولتوضيح تأثير التيار الهوائى المار على مسطح ، دع التلاميذ يمسكوا بقطعة من الورق



نماذج طائرات من الورق (الى أعلى) باستخدام الأجنحة والدفة المثنية السطح يمكن استخدامها لتوضيح كيفية التحكم فى الطائرات الحقيقية ويمكن تقويتها بأبر « تريكو » أو بفلين فى مسار الهواء المتحرك الناتج عن مروحة كهربية .

(الى اليسار) مقطع فى جناح طائرة مصنوع من الورق ومدعم بأبرة « تريكو » يتأثر بالهواء المتحرك بنفس الطريقة التى يتأثر بها جناح الطائرة الحقيقية .

مواد لتوضيح إجاباتك



يساعد التجريب فى أثر الهواء المتحرك على أجسام مختلفة مسطحة ومقوسة التلميذ على أخذ فكرة دقيقة عن كيف تطير الطائرة · وهنا يوجه الهواء المتحرك بواسطة أنبوبة مياه غازية بينما « الطائرة » من الورق العادى أو المقوى·

(٥ سم × ١٠ سم تقريبا) حتى يمكنهم دفع تيار من الهواء فوق سطحها (انظر الشكل) ، وقبل النفخ تكون الورقة مدلاة الى أسفل وبعد النفخ فانها ترفع وقد تستقر أفقية ، وسيساعدهم ذلك على ادراك أثر مرور الهواء على السطح العلوى لجناح الطائرة ، ويمكن الاستعانة بنماذج الطائرات المبينة بالشكل لمساعدة التلاميذ على فهم تأثير الهواء على أجزاء الطائرة المختلفة ·

كذلك يمكن تشجيع الأطفال على عمل تجاربهم بأنفسهم وعمل بعض النماذج التى توضح عمل الجناح والدفة وغيرهما من أجزاء الطائرة ·

زيارة المطار

كثير من الأسئلة حول التحكم فى الطائرة وأنواع الطائرات ، وقيادتها ··· كل هذه الموضوعات يمكن الاجابة عنها عن طريق زيارة للمطار أحسن الاعداد لها · وجميع التوجيهات السابقة الخاصة بالاعداد للرحلات وتنفيذها يجب تطبيقها هنا · والاعداد لزيارة المطار يجب أن يتضمن عمل قائمة بالأشياء التى يريد الأطفال القيام بها ورؤيتها فى المطار مثل مشاهدة لوحة القيادة فى الطائرة وكيفية عملها ، ومشاهدة الجنيحات وغيرها من أجزاء الطائرة فى أثناء عملها ومعرفة كيف تؤدى وظيفتها ، وفحص المروحة ، والدخول فى الطائرة لمشاهدتها من الداخل ورؤية المطبخ وغيره من محتويات الطائرة ، ومشاهدة الأجهزة الجوية وبرج المراقبة وموقعه من المطار ، وملاحظة كيفية توفير الأمان داخل المطار، ومشاهدة تزويد الطائرات بالوقود وشحن وتفريغ البضائع ، والتحدث مع الطيارين والمضيفات وأفراد طاقم الطائرة ·

وكذلك يجب أن يعد الأطفال قائمة بالأسئلة التى عجزوا عن الاجابة عليها فى أثناء تجاربهم وقراءتهم، ويجب أن تتم زيارة المطار عند أو قرب نهاية دراسة الطيران · وعندئذ يكون لدى الطفل فكرة أوضح عما يشاهده · وبهذا تفيد الرحلة فى جمع قدر كبير من المعلومات ·

ويمكن تخصيص وقت كاف لتنظيم مايرغب الأطفال فى مشاهدته وعمله وفى وضع الأسئلة بوضوح حتى يتمكن رجال المطار من اجابتها ، وربما كان من الضرورى عمل مكالمة تليفونية مع المطار أو ربما كان الأفضل قيام المدرس أو لجنة من التلاميذ بعمل زيارة تمهيدية والاتصال بالمسئولين فى المطار لجعل الزيارة ذات فائدة أكيدة ·



يمكن عمل الدفة من بطاقتين من الورق المقوى احداهما مثنية كما فى الشكل والأخرى موضوعة لتتحرك بحرية على محور وينفخ الولد على الدفة من اتجاهات مختلفة لمعرفة مايحدث .

التعرف على الطائرات

يمكن الحصول على كثير من المطبوعات من مصانع الطائرات لتفيد التلاميذ فى التعرف على الأنواع المختلفة للطائرات .

دراسة الأحوال الجوية

مع أننا قد أوردنا عددا من المقترحات فى (الفصل ١٠ ب) عن دراسة الأحوال الجوية فان نواحى الاهتمام تختلف هنا عند دراسة موضوع ارتباط الجو بالطيران . وقد أثيرت الأسئلة الآتية بواسطة تلاميذ الصف الخامس فى أثناء زيارتهم لأحد المطارات وهى تمثل النواحى التى يجب الاهتمام بها : ماهى الأدوات التى تستخدم فى محطة الأرصاد الجوية بالمطار ؟ هل تستفيد محطة الأرصاد بالمطار من نشرات مصلحة الأرصاد الجوية؟ كيف يتابع الطيارون أخبار التغيرات الجوية ؟ كم مرة تصدر النشرة الجوية يوميا ؟

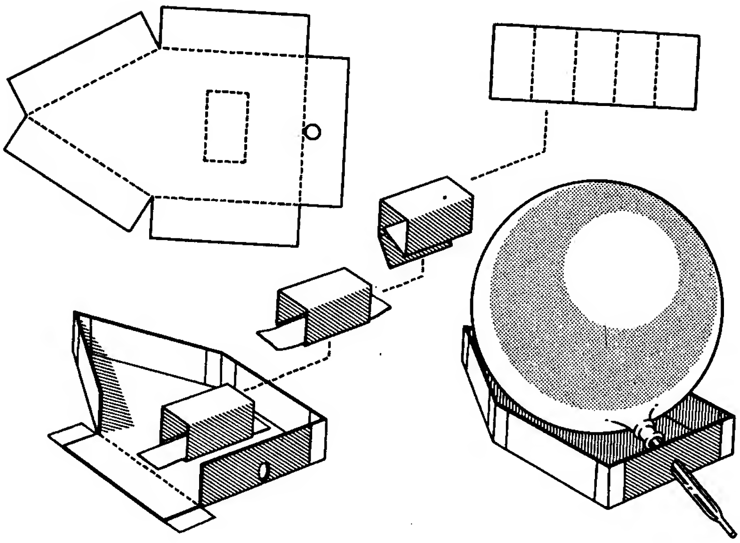
دراسة المحركات النفاثة

لما كان استخدام الطائرات النفاثة يزداد يوما بعد يوم ، فان دراسة هذا النوع من الطيران أصبح ضروريا . وفيما يلى أحد أنواع النشاط الذى يمكن القيام به لمساعدة التلاميذ على فهم فكرة الطائرة النفاثة .

قم بصنع قارب كالمبين بالشكل مستخدما الورق المقوى . اعمل ثقبا فى مؤخرة القارب بحيث يمكن ادخال قطارة فيه . اعمل حاملا للقطارة من الورق المقوى . املأ بالونة بالهواء وأمسك فوهتها لتحول دون خروج الهواء . ثبت البالونة على القطارة . ضع القارب على سطح الماء بحيث تكون الفتحة الرفيعة للقطارة تحت سطح الماء . اترك القارب تلاحظ أنه مندفع فورا فى الماء .

دراسة الصواريخ والسفر للفضاء

لما كان التقدم فى بحوث الفضاء مستمرا فربما كان من المناسب أن يقوم الأطفال باجراء



يصـــنع القارب من ورق مقــوى مغطى بالشمع من أوانى اللبن الزبادى • والبالون المنفوخ يتصل بقطارة نزعت منها فقاعة المطاط وأدخلت الأنبوبة فى فتحة البـــالون وتثبت القطارة فى الفتحة الصغيرة فى نهاية القارب. حافظ عــلى الهــواء داخل البالون بالضــغط على فتحته بالقرب من القطارة • ضع القارب فى ماء • وعندما ينغمر طرف القطارة تحت سطح الماء ارفع يدك عن البالون • يتحرك القارب فى الماء موضحا فكرة الدفع النفاث •

المناشط الآتيــة ليحافظوا على صلتهم بالتطورات الحادثة فى هذا الموضوع :

- قراءة الجرائد الحديثة والمجلات التى تتناول تطورات صـــناعة الصـــواريخ وبحوث الفضاء •
- جمع الصـــور والأشـــكال التى توضح تركيب وعمل الصواريخ •
- تعــلم التمييز بين الواقع وبين القصص الخرافية عن بحوث الفضاء •
- قراءة بعض الكتب عن أبحاث الفضـــاء وتقديم تقرير عن نتائج تلك القراءات •
- عمل سجل تدون فيــه أخبــار الأقمار الصناعية وتقدمها •

مصادر لبحثها

١ ـ مطار قريب لدراسة كيفية طيران الطائرات والتحكم فيها ومشـــاهدة أنواع الطائرات والحظائر وممرات الهبوط لجمع كل ماتحتاج اليه الدراسة من معلومات •

٢ ـ مجلات وجرائد عن الطيران •

٣ ـ مكاتب شركات الطــيران للحصـــول على مطبوعات ورسوم وأفلام عن الطيران •

٤ ـ الاســتعانة ببعض الطيارين لشرح عمليــة الملاحة الجوية واجابة أســـئلة الأطفال عن الطيران •

٥ ـ الاستماع الى النشرات الجوية فى الراديو •

٦ ـ متاحف الطيران •

٧ ـ المكتبات •

٨ ـ كلية الطيران ومدارس الطيران المدنى

كشـــاف تحليـــلى

(أ)

(ب)

(ت)

(ث)

(ج)

(ر)

(ز)

(ش)

(ص)

(ط)

(غ)

(ف)

(ق)

(ك)

(ل)

(م)

(ن)

(هـ)

(و)

رقم الإيداع : ٨٠/٥١٢٩
الترقيم الدولى : ١ - ٢٣٠ - ٢٨٦ - ٩٧٧ ISBN

مطبعة نهضة مصر